ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

NR. 27 SONNABEND, 5. JULI 1924 BD. 68

Baumaschinen.

INHALT

Maschinen im Baubetriebe.

Unter „Maschinen im Baubetriebe“ im weiteren Sinne lassen sich alle Maschinen und Apparate verstehen, die sich im Bauwesen für die verschiedenartigsten Zwecke, z. B. als Kraftquelle, Bagger- und Transportgeräte, zur Wasserförderung oder Wasserhaltung, zur Gewinnung oder Verarbeitung von Baustoffen, Erzeugung von Druckluft, Dampf, elektrischer oder mechanischer Energie usw. herausgebildet haben. Ein Blick auf die geschichtliche Entwicklung zeigt, daß entsprechend der hervorragenden Bedeutung der Bautätigkeit der Mensch schon frühzeitig zur Unterstützung seiner schwachen Kräfte Maschinen der allereinfachsten Form verwendete. Neben die ursprünglichen Werkzeuge und Maschinen zur Bearbeitung von Baustoffen wie Säge, Bohrer, Schleifstein, Drehbank, Axt u. a., die beim Bau der Wohnsitze benutzt wurden, traten wohl als erste bei den Bauten der alten Ägypter, den Erfindern des Räderfuhrwerkes, die Maschinen zur Bewegung von Lasten, wie Rolle, Winde, Flaschenzug usw., sowie später die Wasserhebemaschinen, deren Kraftquelle durchweg die menschliche oder tierische Arbeitskraft war.

Während aber dann das späte Mittelalter und vor allem die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts durch die Schaffung der Dampfmaschine auf allen Gebieten der Technik bedeutende Fortschritte zeitigte, machte sich der Einfluß dieser Entwicklung bei den Baumaschinen zunächst nur mittelbar bemerkbar. Das Bedürfnis nach der Anlegung neuer Verkehrswege — es sei an den Suez-, den Nord-Ostsee-Kanal und die zahlreichen Bahnbauten um die Mitte des vorigen Jahrhunderts erinnert — war es, das dem Bauingenieur immer gewaltigere Aufgaben stellte, deren physische Bewältigung allein durch Menschenkräfte nicht zu erreichen war. Die ersten Eimerkettenbagger, Rollmaterial und nach und nach Lokomotiven traten auf Baustellen auf. Und doch ist es angesichts der um die Wende des 19. Jahrhunderts mit Riesenschritten vorwärtseilenden Maschinentechnik erstaunlich, wie wenig in der Folgezeit an der Vervollkommnung dieser ersten Baumaschinen gearbeitet worden ist. Erklärlich wird diese Tatsache nur, wenn man bedenkt, daß der Bauingenieur, wenn er sein Bauprogramm einhalten will, in den seltensten Fällen Zeit hat, sich mit großen Versuchen zur Durchbildung von Neuerungen zu befassen. Auch die Verschiedenartigkeit der im Baubetrieb zu bewältigenden Hindernisse, die hohen Anforderungen, die der rauhe Betrieb an die Maschinen stellte, und der außerordentlich niedrige Bildungsstand des hier verwendeten Maschinenpersonals haben den Fortschritt nicht gerade günstig beeinflußt.

Dieses Bild ist aber zur Zeit auf dem besten Wege, sich gänzlich zu verändern. Die hohen Löhne, die zu weitgehender Ablösung der Hand- durch Maschinenarbeit auch dort zwingen, wo vielleicht frühere Erfolge im wesentlichen der ersteren zu verdanken waren, die Möglichkeit, durch einen geringeren Personalstand die Gefahr von Beunruhigungen des Betriebes herabzumindern, die Notwendigkeit, bei den gegenwärtigen Verhältnissen die Wirtschaftlichkeit des Baubetriebes bedeutend zu steigern und die Bauten zu verbilligen, die Vervollkommnung des Baumaschinenbetriebes durch die neuzeitlichen Errungenschaften von Technik und Wirtschaft, wie das Eindringen der Elektrotechnik in den Baubetrieb, die Überhitzung des Dampfes, die Ventilsteuerung, Ölfeuerung, Dampfturbinen, Verbrennungsmaschinen, der Schnellbetrieb, die raffinierteste Ausnutzung des Materials usw., die sämtlich zur Heranziehung von Sonderfachleuten, in diesem Falle Maschineningenieuren, drängen, zwingen das Bauwesen, auch seinerseits seinem Maschinenbetrieb erhöhtere Aufmerksamkeit zuzuwenden und deren zweckmäßigste Gestaltung unter Heranziehung der betriebstechnischen Erfahrungen höher durchgebildeter Nachbargebiete in Angriff zu nehmen.

Es muß daher als ein glücklicher Gedanke bezeichnet werden, daß die Schriftleitung der VDI-Zeitschrift in einem Fachheft über Baumaschinen, dessen Stoffbeschaffung der Unterzeichnete übernommen hat, Gelegenheit gibt, die Baufachleute und die Fabriken über die Möglichkeiten des Einsatzes von Maschinen und die neuesten Konstruktionen auf diesem Gebiete zu Worte kommen zu lassen. Selbstverständlich konnte dabei eine umfassende und erschöpfende Behandlung dieses Gebietes nicht gebracht werden. Es war auch an vielen Stellen nicht möglich, alle einschlägigen Firmen zu Worte kommen zu lassen. Wenn sich also Lücken in der Zusammenstellung zeigen, so wird gebeten, diese dem beschränkten Raum dieses Fachheftes zugute zu halten.

[A 322]

Oberingenieur Dr. Georg Garbotz,
Privatdozent an der Techn. Hochschule Berlin.

Die Erdbewegung und ihre Maschinen.

Bei allen Bauarbeiten spielt das Bewegen großer Erdmassen eine hervorragende Rolle. Handelt es sich darum, große Erdaushübe für die Gründung eines Bauwerkes zu machen, oder ist die Erdbewegung Selbstzweck beim Aufwerfen großer Dämme, bei Abtrag- und Einebnungsarbeiten, oder handelt es sich um die Herstellung von Einschnitten für Kanäle, Hafenbecken, Schleusen oder Flußregulierungen, immer wird die Wirtschaftlichkeit der künftigen Anlage beeinflußt von der Frage, ob es gelingt, den Anteil der Kosten, der von der Gesamtbausumme für die Erdbewegungsarbeiten in Anspruch genommen werden muß, auf ein erträgliches Maß herabzudrücken. Es ist aus diesem Grund ein Gebot der Notwendigkeit für den Bauingenieur, jedes Mittel, das geeignet erscheint, die Kosten für die Erdarbeiten herabzumindern, anzuwenden und zu diesem Zwecke, wo nur irgend möglich, die menschliche Arbeitskraft zu unterstützen und zu ersetzen durch lohnsparende Maschinen und Einrichtungen.

Jede Erdarbeit auf dem Trockenen läßt sich zergliedern in ein Loslösen des Bodens, Aufladen, Weiterbefördern und endlich Wiederabladen an einer andern Stelle. Bei der Lösung der Aufgabe, diese verschiedenen Verrichtungen auf maschinellem Wege zu bewerkstelligen, hat sich ergeben, daß die beiden erstgenannten Teilarbeiten einer Maschine, die beiden letzteren einer andern, von der erstgenannten unabhängigen Art von Einrichtungen übertragen werden muß, sofern es sich um nur einigermaßen große Entfernungen handelt, auf die die gewonnenen Erdmassen fortzubewegen sind.

Für die erstgenannten Teilarbeiten entstanden schon verhältnismäßig frühzeitig recht vollkommene Maschinen, die Bagger. Wir unterscheiden bei den Baggern im wesentlichen: Eimerketten-Trockenbagger, Löffelbagger, Greifbagger sowie Kabel- und Schleppkübelbagger. Von diesen verschiedenen Baggerarten verdienen die Eimerkettenbagger heute ganz besonderes Interesse; sind sie doch diejenigen Maschinen, die, weil ununterbrochen arbeitend, die größten Erdbewegungen am besten zu bewältigen imstande sind, und die aus diesem Grunde berufen sein dürften, in den kommenden Jahren bei den Bauarbeiten für Kraftanlagen und Wasserstraßen eine bedeutende Rolle zu spielen.

Als Einrichtungen, die die zweitgenannten Teilarbeiten, das Befördern und Wiederabladen mit Arbeit sparenden Mitteln erledigen sollen, sind in den letzten zehn Jahren selbsttätige Wagen entstanden, die aber bei Bauarbeiten in Deutschland noch wenig Anwendung gefunden haben. Die Gründe hierfür mögen hier unerörtert bleiben. Tatsache ist, daß noch heute in vielen Baubetrieben z. B. Kastenkipper in Anwendung sind, zu deren Betätigung beim Entladen eine große Anzahl von Arbeitern erforderlich ist. Erst in den letzten Jahren regt sich auch in den Bauunternehmerkreisen das Interesse für selbsttätige Wagen, und eine Reihe von Bauunternehmungen ist dazu übergegangen, die Lohn und Arbeitskräfte sparenden Wagen mit Erfolg einzuführen.

Der Stand der Entwicklung auf dem umrissenen Gebiet der maschinellen Erdbewegung soll in den folgenden Einzeldarstellungen im Zusammenhang behandelt werden.

Eimerketten-Trockenbagger.

Mitgeteilt von der Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck.

Die großen Anforderungen bei der Bewältigung von Massen jeglicher Art steigerten auch den Bedarf an Erdbewegungs- und Grabmaschinen, von denen die Trockenbagger eine Hauptgruppe bilden.

Während die Bagger früher nur für Erdarbeiten bei Eisenbahn-, Hafen- und Kanalbauten verwandt wurden (erinnert sei an die ersten deutschen Trockenbagger beim Bau des Nordostsee-Kanals), eroberten sie sich in neuerer Zeit bald das Feld im Tagebau der Braunkohlen-, Kreide-, Ton- und Kiesgruben, wo sie teils zur unmittelbaren Gewinnung der genannten Stoffe, teils zum Wegschaffen der Abraummassen dienen sollen. Mit dem gesteigerten Bedarf Hand in Hand ging die Vervollkommnung und die Verbesserung der Maschinen; Bagger neuester Bauart sind nur noch in ihren Grundformen denen älteren Ursprungs ähnlich. Die ständig wachsenden Leistungen für den einzelnen Bagger bedingen sorgfältigste Durchbildung der Bauteile auf rechnerischer Grundlage, Verwendung hochwertiger Baustoffe, namentlich für die dem Verschleiß am meisten ausgesetzten Teile, um Antriebskraft und Gewicht auf ein Mindestmaß herabzusetzen. Anderseits treten Beanspruchungen und Kräfte auf, die sich nicht bestimmen lassen und die dann oft die Ursache von folgenschweren Betriebstörungen bilden. Weiter kommt hinzu, daß die Bedienungsmannschaft nicht immer sehr sorgfältig mit dem ihm anvertrauten Gerät umgeht und meist geneigt sein wird, die Schuld bei vorkommenden Beschädigungen der Bauart zuzuschreiben. Sache des entwerfenden und bauenden Ingenieurs ist

Abb. 1 bis 4. Vornahme verschiedener Baggerarbeiten mit einem Baggergerät.

es daher, von vornherein all diesen Umständen Rechnung zu tragen und durch Nutzbarmachen der Errungenschaften der Technik und auf Grund der Betriebserfahrungen hochwertige Geräte zu schaffen, die den Anforderungen des rauhen Baggerbetriebes in jeder Weise gewachsen sind.

Die Trockenbagger lassen sich einteilen hinsichtlich der Abbauart in Hoch- und Tiefbagger, hinsichtlich der Materialausschüttung in Hinter- bzw. Seitenschütter und Portalschütter, letztere wieder in Einfach- und Doppelschütter. Die Eimerketten können durchhängend oder geführt sein, die Eimer selbst vorwärts (wie bei Schwimmbaggern) oder rückwärts schneiden.

Die ersten Trockenbagger in Deutschland waren Hochbagger mit Kurzeimerleitern und geschlossenen vorwärts schneidenden Eimern. Ihr Verwendungsbereich ist beschränkt, da die Anordnung der kurzen Eimerleiter den Nachteil hat, daß nur geringe Abtraghöhen bearbeitet werden können, wenn man die Maschinen nicht unverhältnismäßig hoch bauen will. Dies führte zum Bau von Hochbaggern mit Tiefbaggerleitern, bei denen die Eimerkette in einem Gitterträger zwangläufig geführt ist, mit der man außerdem beliebige Böschungswinkel herstellen kann.

Abb. 5. Bandförderer mit Stufen, Patent Rodakowski.

Die Tiefbagger rüstet man mit durchhängender oder geführter Kette aus. Durchhängende Ketten sind nur verwendbar bei verhältnismäßig losem Boden, bei dem das Gewicht der Eimerkette allein genügt, um die Erdmassen anzugreifen. Man läßt sie aber bis höchstens 15 m Baggertiefe arbeiten, weil der obere Teil der Böschung bei größerer Tiefe zu steil wird und die Gefahr eines Böschungsausbruches besteht. Bei größerer Tiefe und schwerem Boden geht man zur geführten Kette über, um auf das feste Material einen Druck ausüben zu können und die Eimer zu zwingen, die schweren Bodenarten anzufassen. Die geführte Kette hat weiterhin den Vorteil, daß der Böschungswinkel beliebig geändert werden kann, was je nach der Bodenart von größerer Bedeutung und in vielen Fällen notwendig ist.

Der Bauunternehmer wird Wert darauf legen, die verschiedenen Baggertiefen und Querschnitte möglichst mit einer Maschine herstellen zu können. Abb. 1 bis 4 zeigen, wie diese Frage zweckmäßig gelöst wird. Sie stellt einen kleineren Eimerbagger von 38 m³/h Leistung von etwa 8 m Baggertiefe mit Dammschütter für Kanalbau dar, der in verschiedenen Kanalprofilen arbeitet. Die Eimerleiter ist mit einzelnen auswechselbaren Leiterfeldern ausgerüstet, so daß durch Herausnahme eines entsprechenden Leiterstückes beinahe jede gewünschte Leiterlänge für die Böschung auf der Baggerseite eingestellt werden kann. Der endgültige Querschnitt des Kanals läßt sich gegebenenfalls ohne Verschieben des Baggers in der Querrichtung herstellen. Sollen die beiderseitigen Dämme in größeren Abständen von der Kanalböschung liegen, so muß der Bagger mit einem Bandförderer oder einer ähnlichen Einrichtung versehen werden. Zur Anschüttung von Dämmen mit breiter Oberfläche benutzt man neuerdings einen Bandförderer mit Stufen, Patent Rodakowski, Abb. 5. Man vermeidet hier die früheren Abwurfwagen, denen verschiedene Nachteile anhafteten. Sämtliche Stufen des Förderers, mit Ausnahme der ersten, können mit Hilfe von Wendegetrieben vor- und rückwärts laufen, wodurch der Abwurf des Materials an jeder Endtrommel der Stufen möglich ist. Die Umstellung kann während des Betriebs vorgenommen werden.

Bagger mit solchen Stufenbandförderern sind beim Kanalbau in der Nähe von Krakau verwandt worden und haben sich im Betrieb in jeder Bodenart, ob sie klebrig war oder nicht, und selbst bei der Förderung sehr grober und klebriger Klumpen bestens bewährt.

Eine Sonderausführung von Baggern ist der Rüttelsiebbagger für Tiefbaggerung. Er arbeitet z. B. in einer Kiesgrube, die Eimer entleeren den Kies auf ein Rüttelsieb, und dieses verteilt ihn dort je nach der Korngröße in verschiedene Wagen. Sand und Schlamm können mittels einer Spülpumpe wieder nach der Grube zurückgespült werden.

Sehr wesentlich von den bisher gezeigten Baggern unterscheiden sich die großen Geräte, wie sie neuerdings namentlich im Braunkohlenbergbau für die Gewinnung der Kohlen und des Abraums für Leistungen bis zu 900 m³/h und Fördertiefen bzw. Abtraghöhen bis zu 27 m verwendet werden. Abb. 6 stellt eine neue Ausführung des bekannten Lübecker B-Baggers dar, mit 300 l-Eimern, für etwa 15 m Abtraghöhe und etwa 450 m³/h. Er ist als Einfach-Portalschütter gebaut. An der Rückseite des Baggers fährt auf einer Kurvenbahn das bewegliche Gegengewicht, das durch Drahtseile mit der Eimerleiter so verbunden ist, daß es dem Bagger in jeder Leiterstellung die nötige Standsicherheit verleiht. Bei Baggern dieser Größe (der dargestellte hat ein Betriebsgewicht von etwa 135 t) spielt die richtige Verteilung des Baggergewichtes auf die Fahrgestelle bzw. Laufachsen eine große Rolle, zumal sich beim Verlegen der Gleise Unebenheiten nicht vermeiden lassen. Die gleichmäßige Belastung der Fahrgestelle erreicht man durch die sogenannte Dreipunkt-Lagerung, bei denen das gesamte Baggergewicht in drei Punkten auf den Fahrgestellen ruht. Der Bagger ist vorn auf zwei je dreiachsigen Drehgestellen und hinten auf einem Fahrgestell mit vier Einzelrädern in Kugelgelenken gelagert. In den vorderen Drehgestellen ist die Dreipunkt-Lagerung ebenfalls durchgeführt, so daß sämtliche Achsen gleichmäßig zum Tragen kommen. Ähnliches gilt für das hintere Fahrgestell, bei dem je zwei Räder in Schwingen gelagert sind. Dieses hintere Fahrgestell ist wieder mit einer allseitig beweglichen Stütze verbunden, auf der der Bagger oben auf einer Kugelfläche ruht.

Die vorderen Drehgestelle werden von oben her mittels Kegelrad- und Stirnradübertragung durch die Kugelzapfen angetrieben.

Abb. 6. Lübecker B-Bagger als Einfach-Portalschütter.

Abb. 7 bis 9. Doppel-Portalbagger.

Für den elektrischen Antrieb eignet sich gleich gut Gleichstrom oder Drehstrom; neuerdings geht man bis zu 5000 V Spannung. Der Strom wird im Bagger selbst durch Transformatoren auf niedrigere Spannung gebracht, irgendwelche Schwierigkeiten hinsichtlich der Stromzuführung und Isolierung haben sich nicht ergeben.

Die oben erwähnten Bagger laufen sämtlich auf Schienen. Die Anschaffungs- und Unterhaltungskosten dieser Gleisanlagen sind natürlich sehr hoch, nebenbei ist das Rücken der Gleise durch Menschen- oder Maschinenkraft umständlich. Der Gedanke lag daher nahe, sich von der Gleisanlage unabhängig zu machen. So entstanden die Bagger auf Raupenketten, die man mit Verbrennungsmotoren ausrüstet und die infolgedessen auch unabhängig von der Stromzuführung sind und ihre Arbeitstelle beliebig wechseln können. Raupenkettenbagger[1]) wurden zum Schluß des Krieges als Schützengrabenbagger verwandt. Sie hoben Gräben von etwa 0,8 m Breite und 2,5 m Tiefe aus. Das Material wurde durch zwei Gurtförderer seitlich abgeworfen.

Abb. 10 und 11. Bagger auf Raupenketten für Hoch- und Tiefbaggerung.

Diese Grabenbagger werden neuerdings weiter ausgebildet zum Baggern von Gräben für Entwässerungszwecke oder für Verlegung von Rohrleitungen usw. Man kann den Unterturas noch mit einem sogen Böschungsschneider ausstatten, der es ermöglicht, keilförmige Profile zu schneiden. Die oben stehengebliebenen Ecken müssen allerdings von Hand nachgeschnitten werden. Der eigentliche Baggerapparat ruht auf einem Fahrgestell aus Raupenketten und ist drehbar angeordnet. Er kann einmal das gebaggerte Material seitlich abwerfen; ferner kann er das abgeworfene Material, wenn z. B. die Rohrleitung verlegt ist, wieder in den Graben zurückbefördern. Der Ausleger zum Tragen der Eimerleiter dient gleichzeitig als Kran zum Heben schwerer Lasten. Der Bagger hat also gerade bei Tiefbauten die verschiedenartigsten Verwendungsmöglichkeiten.

Aus den Grabenbaggern wurden dann auf Grund der damit gemachten günstigen Erfahrungen Hoch- und Tiefbagger auf Raupenketten entwickelt, die ein Gerät darstellen, das sich infolge seiner Vorzüge sicherlich bald überall Eingang verschaffen wird. In den Braunkohlengruben wird es vorteilhaft auch als Hilfsgerät verwandt werden können, um den großen Baggern durch Wegnehmen stehengebliebener Rippen das Planum zu schaffen oder die Ecken abzuarbeiten, in die die schweren Geräte nicht hineinkommen. Abb. 10 und 11 stellen einen solchen als Hoch- und Tiefbagger ausgebildeten Raupenkettenbagger dar. Er hat eine theoretische Stundenleistung von etwa 100 m³, ist mit Eimern von 70 l ausgerüstet und für eine Baggertiefe bzw. Abtraghöhe von 5 m gebaut. Das Betriebsgewicht beträgt etwa 25 t. Der Verbrennungsmotor hat eine Leistung von etwa 40 PS. Für die Baggerfahrt und die Straßenfahrt sind verschiedene Geschwindigkeiten vorgesehen. [A 324]

Mit der größeren Baggerleistung mußten auch die Förderleistungen gesteigert werden. Man erreichte dies zum Teil durch Verwendung von größeren Wagen, stärkeren Lokomotiven usw. Die größeren Leistungen können aber auch bei größeren Fördereinrichtungen nicht voll ausgenutzt werden, wenn es nicht möglich ist, Rundfahrt einzurichten, weil der Bagger während des Zugwechsels nicht arbeiten kann. Diese Erkenntnis führte zum Bau des Doppel-Portalbaggers oder Doppelschütters, Abb. 7 bis 9. Hier kann der Leerzug einfahren, wenn der Vollzug noch in dem einen Profil steht, so daß ein Stillstand während des Zugwechsels überhaupt nicht nötig ist.

Der Schüttrichter dieser Bagger teilt sich nach unten hin in zwei Schüttrinnen. Im Schüttrichter befindet sich oben eine Verteilklappe, während die eigentlichen Schüttrinnen unten mit Schüttklappen versehen sind. Bei größeren Baggern werden sämtliche Klappen mit Druckluft, die in einem besonderen Verdichter im Bagger hergestellt wird, betätigt.

Antrieb.

Für den Antrieb der Trockenbagger kommt Dampf oder Elektrizität in Frage. Die ersten elektrisch betriebenen Bagger wurden ähnlich wie die Dampfbagger durch eine Maschine getrieben. Im Laufe der Zeit ging man zum Betrieb durch mehrere Motoren über, wodurch der Mechanismus wesentlich vereinfacht wurde.

[1]) vergl. dieses Heft S 696.

Dampfeimerbagger und Transportmittel beim Baggerbetrieb.

Mitgeteilt von der Schiffs- und Maschinenbau-A.-G., Mannheim.

Es ist nicht zu viel gesagt, daß eine Weltschiffahrt, wie wir sie heute haben, erst durch den Bau und die Arbeit von großen Eimerbaggern möglich wurde. Nur sehr wenige der heute so leistungsfähigen Seehäfen liegen unmittelbar an der See, und ihre Zubringe- und Abfuhrwasserstraßen hatten nicht ausreichende Wassertiefe, und wenn sie das Glück hatten, wirkliche Seehäfen zu sein, so fehlte meist jegliche Wasserverbindung nach dem Inlande. Aber auch sie hatten zu leiden unter der Bildung von Sandbarren und -bänken, die die Wassertiefe der Zufuhrstraße behinderte.

Nachstehend sollen dagegen einige Sonderbauarten von Eimerbaggern und Elevatoren gezeigt werden.

Eimerbagger.

Oft lag der Wunsch vor, mit Ausschaltung von Prähmen das erbaggerte Material unmittelbar an Land zu schütten und zum Bau von aufgehöhten Eindeichungen zu verwenden. Diesem Zwecke dient der in Abb. 1 dargestellte, für den Begafluß in Ungarn erbaute, nach hinten schüttende Bagger, bei dem die Gurtförderer auf einem besonderen, mit dem Baggerschiff gekuppelten Tragschiffe aufgehängt sind. Dieser Bagger hat bei 5 m Baggertiefe 160 m³/h Leistung, und das Baggergut kann von dem Fördergurt an jeder Stelle abgeworfen werden.

Häufig kommt es beim Baggerbetrieb vor, daß in sumpfigem Gelände weder mit Nachen noch mit Wagen, noch durch Begehen die für die Baggerleitung erforderlichen Vorder- und Seitenanker ausgebracht werden können, wie es sogar bei langen Kanälen der Fall ist, woraus dann für das Festhalten und Vorausbringen des Baggers starke Störungen entstehen. In solchem Falle haben sich die der Schiffs- und Maschinenbau-A.-G., Mannheim, patentierten Kanalbagger gut bewährt, bei denen der eigentliche Bagger zwischen zwei seitlich an den Ufern schwimmenden, durch Pfähle im Boden festgehaltenen Pontons arbeitet. Die Pontons sind miteinander durch Eisenkonstruktionen verbunden, der Bagger pendelt an einem in Nuten geführten Pivotbolzen, der mittels Kette innerhalb der Nuten je nach der Kanalbreite verschoben werden kann. Am Vorderende der Pontons sind die vorderen Seitenanker festgemacht, so daß dadurch weitere Anker entbehrlich geworden sind. Die große Breite der ganzen schwimmenden Anlage gestattet die Anbringung von langen Fördergurten oder Hängespülrinnen. Die Gurte wurden bis 60 m Länge erbaut. Aber auch das Verlegen von Gleisen und das Abfahren des Baggergutes mittels Kippwagen, die unmittelbar unter den Schütttrichter des Baggers fahren können, war hier möglich. Solche Bagger sind als normale Hinterschütter auch ohne die Seitenpontons an jeder andern Stelle verwendbar.

In vielen Fällen, wo es sich hauptsächlich um die Gewinnung von scharfem Maurersand, Kies, Betonkies aus dem Flußbett handelt, sind die Bagger oft mit besondern Wasch-, Sortier- und Klassiervorrichtungen versehen. Ein für die Weichsel erbauter Bagger hat, nachdem die von der Strombauverwaltung dort ausgeprobten Bagger in dem besonders schweren, mit vielen Steinen durchsetzten Lehmboden versagt hatten, seine Aufgabe, die Steine in vier verschiedenen Größen zu sortieren, den Betonkies zu waschen, den feinen Sand jedoch wieder dem Flußbett zuzuführen, gut lösen können, Abb. 2. Zu diesem Zweck waren für die größten Steine Greifzangen und ein Kran auf dem Hebebock eingebaut, in der Eimerkette folgte einem aus Stahlguß hergestellten, mit zwei kräftigen Flunken zum Aufreißen versehenen Pfluge ein aus starken Vierkanteisen hergestellter Stein- und Schottereimer und erst diesem ein Eimer gewöhnlicher Art. Die Steine und alles übrige Material fielen auf einen Rost, der zunächst die großen Steine in eine Schute fallen ließ, während das übrige Material auf den darunter angebrachten zweiten Rost fiel, der nur Kies und Sand hindurchließ, die Steine jedoch in eine zweite Schute schüttete. Sand und Kies kamen in eine umlaufende Siebtrommel. Durch deren Achse gelangte Druckwasser durch zahlreiche Düsen in das Material, wusch es tüchtig durch und ließ den ausgewaschenen Sand durch einen im Baggerboden befindlichen Schlitz in den Fluß, den gewaschenen Betonkies aber in einen besonderen Laderaum fallen, aus dem er mit Hilfe eines Becherwerkes gehoben und in die dritte seitlich liegende Schute geschüttet wurde.

Abb. 1. Eimerbagger mit Schüttrinne zum Anlandbringen des Baggergutes.

Abb. 2. Eimerbagger zur Gewinnung von Maurersand, Kies usw.

Abb. 3. Querelevator mit am unteren Ende aufgebogener Eimerleiter.

Elevatoren.

Mit diesem Namen werden beim Baggerbetrieb solche Becherwerke bezeichnet, mit deren Hilfe das vom Bagger geschöpfte, gehobene und in die Schuten geschüttete Material, nachdem diese an Land geschleppt worden sind, von neuem geschöpft und entweder an Land geschüttet, oder auf Förderbändern trocken oder mit Hilfe von Spül- oder Druckwasser in offenen oder geschlossenen Röhren weiterbefördert wird. Nur die eigentlichen Baggerelevatoren sollen hier besprochen werden, da die Spülpumpen, mit deren Hilfe das mit reichlichem Wasser vermischte Baggergut auf recht weite Entfernungen gespült werden kann, bereits öfter beschrieben und dargestellt sind.

Abb. 4. Querelevator auf zwei Tragschiffen.

Die Elevatoren werden als feststehende, d. h. auf Gerüsten an Land erbaut, wenn es sich um weitere Verarbeitung am Ausladeort handelt und der Ausladeort stets der gleiche bleiben soll, oder sie werden auf Tragschiffen erbaut und sind dann vom Ausladeort unabhängig, können also mit dem Bagger fortschreiten und verlegt werden, um weite Schleppwege zu vermeiden.

Bei dem vielfach verbreiteten, in Ausführung und Betrieb billigen, jedoch für größere Leistungen, über 100 m³/h, nicht ausreichenden schwimmenden Elevator steht mitten auf dem stabilen Tragschiffe das einfache Gerüst mit dem oberen drehbaren Teil, in dem das Schöpfwerk um eine Querachse drehbar aufgehängt ist. Die Eimer der Elevatoren sind der veränderten Grabarbeit entsprechend anders geformt als die Baggereimer, sie sind leichter gehalten und ihrer Form nach lang, schmal und weniger tief.

Abb. 6. Querelevator mit Spülrinne zum Abschwemmen des Baggergutes an Land.

Die am oberen Leiterende drehbar aufgehängte Schüttrinne kann bis zu einem gewissen Grade die Ausschüttung regeln, die etwa in ihrem Schwerpunkte aufgehängte Eimerleiter kann bis zur Wagerechten niedergelegt und sodann mit dem oberen Teil des Traggerüstes längsschiff gedreht werden, um Brücken, Schleusen und dgl. durchfahren zu können. Wenn die Leistung solcher Elevatoren der Baggerleistung angepaßt ist, kann ein dauernder und wirtschaftlicher Betrieb gewährleistet werden, doch macht sich bei hochbordig erbauten und größeren Schuten der Übelstand geltend, daß mit der allmählich leerer werdenden Schute diese naturgemäß höher austaucht, daß daher das untere Eimerleiterende ebenfalls gehoben und damit zugleich das obere Ende gesenkt werden muß, und daß damit das Schütten z. B. in einen Verladetrichter oder unmittelbar in Waggons nicht mehr genau erzielt werden kann. Um diesem Übelstand abzuhelfen, schuf man die neue Bauart des Querelevators, wie in Abb. 3 gezeigt ist, und zwar mit am unteren Ende aufgebogener Eimerleiter und dem unteren beweglichen Becherwerk, das sich der Höhenlage der Schute überall anpassen kann. Bei der an sich kräftigeren Bauart aller Teile und dem daraus sich ergebenden größeren Gesamtgewicht der Eimerleiter war hierbei das Traggerüst nicht mehr im oberen Teil, sondern als Ganzes auf Rollenbahn auf Deck drehbar angeordnet, die Drehung wurde mittels Drahtseils, das um einen am Fuße des Gerüstbockes vorhandenen Winkeleisenkranz gewunden war, durch eine Dampfwinde bewirkt. Die längsseit des Elevators liegende Schute wurde durch eine vom Führer zu betätigende Verholwinde und Kette entsprechend der Förderarbeit vorgeholt, ein solcher Elevator benötigt daher zu seiner Bedienung einen Führer, einen Heizer und einen Deckjungen zum Helfen und Reinmachen.

Abb. 5. Längselevator auf zwei Tragschiffen mit doppelter Eimerkette.

Eine besondere Elevatorbauart zeigt Abb. 4, sie bot dem Bauunternehmer den Vorteil, daß der ganze Elevator samt den beiden in der Mitte der Länge zusammengeschraubten Tragschiffen recht einfach und ohne weitere Hilfsmittel auf- und abgebaut und in allen Teilen bahnmäßig verladen, also von einer zur anderen Baustelle auch ohne Schiffahrtstraße verbracht werden konnte. Überdies bot diese, in ihrem breiten Aufbau sehr stabile Bauart den Vorteil der Anbringmöglichkeit von Gurtförderern oder hängenden Spülrinnen von recht beträchtlicher Länge. Der gezeigte Elevator wurde s. Zt. beim Bau des Straßburger Sporeninsalhafens verwendet und an Ort und Stelle vollständig zusammengebaut, als noch längst keine Wasserverbindung dorthin vorhanden war, dabei waren die beiden, den Förderer tragenden Spieren das einzige Hilfsmittel.

Es wurde schon erwähnt, daß die Leistung der Querelevatoren, d. s. solche, bei denen die Grabrichtung der Eimer senkrecht zur Längsrichtung der Schute liegt, trotz aller sonstigen guten Eigenschaften begrenzt ist, weil die quer in die Ladung eindringenden Eimer beim Verholen der Schute nur mit einem Ende der

Eimer voll graben können und man daher die letzteren nicht beliebig lang gestalten kann. Man baute daher, um größere Leistungen zu erreichen, die Längselevatoren, bei denen die Eimer eine Länge gleich der unteren Breite des Laderaumes erhalten und dann in ihrer ganzen Länge in die Ladung eingreifen können. Für ganz breite Schuten können sogar zwei nebeneinander arbeitende Eimerketten angeordnet werden, und die Leistung solcher Elevatoren kann damit bis zu 400 und 500 m^3/h gesteigert werden. Einen Elevator dieser Art zeigt Abb. 5. Dieser ist mit angehängtem Spülrohr bis zu 100 m Länge versehen, das an einem Gittermast mittels Drahtseilen aufgehängt wird. Der Mast ist an seinem unteren Ende als Segment ausgebildet, in einem festen Gerüst um eine Achse drehend niederlegbar und kann mit Hilfe einer Dampfwinde und eines Drahtseiles bequem gelegt und aufgerichtet werden. Auch so große Elevatoren werden vom Stand des Führers auf dem hinteren Quergerüst aus in einfachster Art bedient, nachdem die ankommende Schute die Verholkette erfaßt und sich an derselben festgemacht hat. Der Führer regelt das Verholen der Schute durch stellbare Handhebel, die Geschwindigkeit der Eimerkette und das Eingreifen der Eimer durch Heben oder Senken des unteren beweglichen Endes der Eimerleiter. Die sämtlichen Windwerke können mittels Transmission von der Hauptmaschine aus oder durch besondere Dampfmaschinen angetrieben werden.

Der in Abb. 6 gezeigte Querelevator, für den Hafen der Stadt Königsberg i. Pr. bestimmt, hat eine offene, 30 m lange Hängerinne, die das Baggergut mit Hilfe von Wasser an Land schwemmt.

Es sind damit die gebräuchlichsten Elevatoren gezeigt worden, und wenn man ihre einfache, mit wenigen Arbeitskräften durchführbare und daher wenig kostspielige Betriebsart und Leistung mit der früher üblichen Leerung der Schuten durch Ausschaufeln oder Auskarren vergleicht, so wird man in diesen Baumaschinen einen beträchtlichen Fortschritt erkennen müssen. Ihre ruhige und gleichmäßige Betriebsart, die stetig erfolgende Eimerschüttung und der gleichmäßig belastete Transportgurt kann auch niemals durch eine Hängebahn mit Greiferkorb erreicht oder gar übertroffen werden, abgesehen davon, daß mit dem vollen auslaufenden Greiferkorb am langen Hebel das ganze Elevatorsystem sich erheblich senkt, um bei plötzlich geöffnetem Greiferkorb ebenso plötzlich emporzuschnellen und damit recht unliebsame Stöße an wichtigen Teilen hervorzurufen, die leicht zu Lockerung von Nietungen und Brüchen führen können.

[A 369]

Löffel- und Greifbagger.

Mitgeteilt von Menck & Hambrock G. m. b. H., Altona.

Der Löffelbagger zeichnet sich durch seine große Anpaßfähigkeit an verschiedene Geländeverhältnisse, an stark wechselnde Wandhöhen und an jegliche Bodenarten und ferner durch seine hohe Transportfähigkeit aus. Auch sein billiger Auf- und Abbau spielen dabei eine Rolle. Wesentlich sind im Vergleich zum Eimerbagger die geringen Anschaffungs-, Vorstreck- und Unterhaltungskosten des Baggergleises. Im Vergleich zum Löffelbagger erfordert der Eimerbagger eine bedeutend größere Spurweite. Das Baggergleis besteht beim Löffelbagger aus zwei, beim Eimerbagger meistens aus drei oder gar vier Schienen. Auch ist das Eimerbaggergleis stets ein durchgehendes Gleis, das sich über die ganze Länge des Abtrages erstrecken muß. Beim Löffelbagger kann man, wenn, wie es meistens der Fall ist, die Wagen am Bagger vorbeigezogen werden, mit einem kurzen Gleis auskommen.

Der Löffelbagger bietet ferner noch den Vorteil, daß er sich auf schräger Bahn beim Aufschließen einer Grube selbst auf die Sohle hinunterarbeiten und seinen Einschnitt erweitern kann. Zum Aufstellen und Inbetriebsetzen eines Löffelbaggers ist nur ein kleiner Platz erforderlich, auf dem man ihn eben aufbauen kann. Der Bagger kann sich diesen Platz nach allen Seiten hin selbst erweitern und auch die unregelmäßigste Baugrube erfolgreich ausheben.

Der Löffelbagger ist bei allen Abtraghöhen anwendbar, selbst bei geringen Abtraghöhen von etwa 1½ bis 2 m. Auch bei den größten Abtraghöhen, bei denen die oberen Teile heruntergeschossen oder heruntergestoßen werden müssen, kann man einen Löffelbagger noch anwenden. Der Löffelbagger bewährt sich im leichtesten Sandboden wie auch im schwersten Felsboden, der nur unter Zuhilfenahme von Sprengungen ausgehoben werden kann.

Die hohe Transportfähigkeit des Löffelbaggers beruht darauf, daß er bei der Arbeit und beim Transport sein Gleis selbst vorzustrecken vermag. Man kann ihn deshalb im montierten Zustand auf weiten Strecken verfahren, besonders wenn er mit Rädern für Eisenbahnnormalspur versehen wird. Seit einigen Jahren verwenden wir mit gutem Erfolge bei unseren Löffelbaggern auch das Raupenband-Fahrwerk. Das Baggergleis fällt dabei fort[1])

Welche Antriebskraft zum Betriebe eines Löffelbaggers verwendet wird, hängt ganz von den jeweiligen Verhältnissen ab. Für Bauunternehmungen wird nach wie vor in erster Linie der Dampfbagger in Betracht kommen, weil der Bagger bald auf dieser, bald auf jener Baustelle benutzt wird und der Dampfbagger ein in sich vollständiges Gerät ist, das von keiner fremden Kraftquelle abhängt. In industriellen Betrieben wird man dagegen in vielen Fällen den elektrischen Bagger vorziehen, da dort die Verwendung auf derselben Stelle auf Jahre hinaus gesichert ist, und weil elektrische Kraft in diesen Betrieben meist zu einem sehr günstigen Preis zu haben ist. Elektrische Bagger sind in den Betriebskosten durchweg billiger als Dampfbagger, haben allerdings höhere Anschaffungskosten. Sie haben den Vorteil, daß während des Winters nicht die Gefahr des Einfrierens besteht. Beim elektrischen Betrieb empfiehlt sich in erster Linie der Dreimotorenbetrieb, bei dem die wichtigsten Bewegungen des Baggers einzeln durch die Motoren ausgeführt werden. Dies hat den großen Vorteil, daß man Kupplungen vermeidet und die sehr wechselnden Bewegungen des Löffelbaggers besser ausführen kann, als mit einem Ein- bzw. Zweimotorenbagger.

Abb. 1. Mencks Patent-Universal-Löffelbagger für Heißdampf.

Abb. 1 zeigt Mencks Heißdampf-Patent-Universal-Löffelbagger, Größe G 20 mit 2 m^3 Löffelinhalt im Betriebe eines Kalksteinbruches beim Baggern eines sehr festen Kalksteines. In dem Lichtbild kommt die große Reichweite dieser neueren Baggerkonstruktion zum Ausdruck. In Abb. 2 handelt es sich um einen elektrisch betriebenen Bagger in einem Braunkohlenwerk.

Auch die Greifbagger haben im Laufe der Jahre eine große Verbreitung gefunden, besonders, als es gelang, sie für große Leistungsfähigkeit und Betriebsicherheit zu bauen. In der ersten Zeit baute man nämlich die Bagger als Zweikettenbagger. Diesen Baggern hafteten jedoch verschiedene Übelstände an. Ein großer Nachteil war das häufige unvermutete Reißen der Ketten. Die dann mit Drahtseilen erreichten gün-

[1]) Vergl. den Aufsatz auf der folgenden Seite.

stigen Ergebnisse führten dazu, die Ketten auszuschalten. Wir bauen die Bagger heute als Vierseil-Greifbagger. Die Seile haben die Eigenschaft, daß sie durch langsamen Verschleiß und rauhes Aussehen rechtzeitig anzeigen, daß sie ersatzbedürftig sind. Durch den Fortfall des großen Kettengewichtes konnte die Tragfähigkeit des Baggerkranes besser ausgenutzt werden. Man konnte also größere Greifer anwenden als bei gleich großen Kettenbaggern. Auch war eine nicht unerhebliche Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeiten möglich.

Greifbagger werden sowohl auf Schienen- oder Raupenbändern fahrbar als auch schwimmend verwendet und außer durch Dampf auch durch Elektromotoren oder durch Rohölmotoren angetrieben. Neuerdings führt man die Greifer allgemein mit Stahlgußschalen aus. Je nachdem, welche Bodenarten zu baggern sind, sind die Konstruktionen der Greifer verschieden. Es gibt Konstruktionen für allgemeine Bodenbaggerungen wie auch Sonderkonstruktionen zur Baggerung von Steinen, von festem Stichboden, z. B. Ton, festgelagertem Flußsand, und wiederum auch Konstruktionen für leichte Arbeiten, z. B. zum Baggern von Schlamm und für das Verladen von Massengütern, Sand, Kies, Steinschlag usw.

Der Greifbagger kann als Trockenbagger und auch als Naßbagger verwendet werden. In Bauunternehmungen wird er zum Aushub von Baugruben, zur Herstellung, Erweiterung oder Instandsetzung von Kanälen verwendet, auch zum Verladen von Sand und Kies aus Schiffen. Ferner findet er in Kiesgruben und in Ziegeleien Verwendung. Ein weiteres Verwendungsgebiet sind die Braunkohlen-Tagebauten, in denen sich manchmal zwischen den einzelnen Kohlenflötzen Einlagerungen von Ton und dergleichen befinden. Der Greifbagger hat dann die Aufgabe, das Tonmittel zu entfernen. Man verwendet zu diesem Zwecke manchmal auch eine Verbindung von Löffel- und Greifbagger, die so eingerichtet ist, daß der Löffelbagger während einer gewissen Arbeitzeit die Kohle abgräbt, nachdem vorher während einer anderen Arbeitsperiode der Bagger als Greifbagger das über der Kohle liegende Tonmittel beseitigt hat. Abb. 3 zeigt einen elektrischen Greifbagger von 2 m³ Greiferinhalt bei einer Flußregulierung. [A 412]

Abb. 2. Elektrisch betriebener Löffelbagger in einem Braunkohlenwerk.

Abb. 3. Elektrischer Greifbagger für 2 m³ Greiferinhalt.

Löffelbagger auf Raupenketten.

Von Dipl.-Ing. Erich Simon, Berlin.

Der auf Schienen fahrende Löffelbagger hat sich lange Zeit ausschließlich behaupten können, weil die Aufstellung auf Schienen mancherlei Betriebsvorteile bietet. Das Baggergleis mit seinen langen, schweren Schwellen bildet gewissermaßen ein Fundament für den Bagger; es verteilt sein beträchtliches Gewicht gleichmäßig auf eine große Bodenfläche. Bei wenig tragfähigem Boden legt man die Schwellen ohne Zwischenräume dicht aneinander und verbindet sie durch eiserne Bewehrung zu festen Tafeln, auf denen auch der größte und schwerste Bagger sicher steht. Man kann die Standsicherheit des auf Schienen stehenden Löffelbaggers noch weiter erhöhen, indem man ihn mit Ketten oder Schienenzangen an das Gleis anklammert, was besonders dann empfehlenswert ist, wenn der Bagger auf einer Steigung arbeiten muß. Abb. 1 zeigt eine der Firma Orenstein & Koppel, Berlin, patentierte Radfessel.

Das Verlegen der Gleise beim Fortschreiten der Baggerarbeit bereitet keine Schwierigkeiten; denn der Löffelbagger kann die fest gerahmten Gleisplatten wie ein Kran heben, herumschwenken und an der gewünschten Stelle vorlegen, also sein Gleis selbst weiter bauen. Im Gegensatz zum Eimerbagger, der während der Arbeit dauernd hin- und herfährt, steht ja der Löffelbagger beim Graben unverrückbar auf der Stelle. Nur alle Stunde etwa legt er wieder eine Gleisplatte vor und rückt um wenige Meter weiter. Gewöhnlich wird der Platzwechsel — der etwa 5 min in Anspruch nimmt — gleichzeitig mit dem unvermeidlichen Wechsel der Förderzüge vorgenommen, so daß also durch das Vorrücken kein Ausfall an Baggerleistung entsteht. Der andere Vorteil des auf Schienen fahrenden Baggers, den er mit jedem anderen Schienenfahrzeug gemeinsam hat, nämlich der des geringen Widerstandes und Kraftbedarfes beim Fahren, ist so einleuchtend, daß es sich erübrigen dürfte, hierüber weitere Worte zu verlieren.

Abb. 1. Radfessel.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn der Bagger öfters den Platz wechseln muß, also bald hier, bald dort baggern soll. In diesem Fall wird der Betrieb zu teuer und zeitraubend, wenn man jedesmal erst einen Gleisstrang von einer Arbeitsstelle zur andern bauen und vorstrecken muß; man hat deshalb versucht, für solche Fälle Löffelbagger zu bauen, die kein Gleis brauchen, sondern wie ein Motorwagen ohne Schienen von einer Stelle zur andern fahren können.

Die einfachste Lösung wäre die, daß man den Löffelbagger mit Straßenrädern ausrüstet und diese möglichst breit und groß macht, wie z. B. bei einer Dampfwalze. Leider scheitert diese Ausführung an dem gewaltigen Gewicht der gebräuchlichen Löffelbaggerarten; die Räder werden zu stark belastet und sinken,

wenn der Boden nicht sehr fest ist, bald so tief ein, daß der Bagger stecken bleibt. Man findet deshalb nur selten mit Straßenrädern ausgerüstete Löffelbagger und kann selbst bei den kleinsten und verhältnismäßig leichtesten Bauarten die Beobachtung machen, daß die Straßenräder nicht betriebsicher genug sind. Solche Bagger können nur auf befestigten Wegen sicher fahren, können aber dabei leicht die Fahrdecke beschädigen, weshalb sie z. B. in Deutschland auf öffentlichen Wegen nicht zugelassen werden. Im Gelände und auf der Arbeitsstelle müssen häufig Bohlen unter die Räder gelegt werden, was wesentlich unbequemer ist als das Gleisvorstrecken bei Schienenbaggern. Löffelbagger mit Straßenrädern sind daher nur in Ausnahmefällen anwendbar, z. B. für Steinbruchbetriebe oder Bauarbeiten in solchen Gegenden, wo der Boden aus Felsen besteht.

Neuerdings ist eine andere schienenlose Fahrwerkbauart durch die im Kriege verwendeten Tanks in Gebrauch gekommen. Nachdem die Raupenketten an Motorpflügen, Schleppern, Lastwagen usw. mit Erfolg ausprobiert waren, hat man diese Bauart auch an Löffelbaggern versucht.

Die Lösung der Aufgabe erscheint zunächst sehr einfach: Die vier Laufräder des Baggers erhalten an Stelle der Spurkränze eine geeignete Verzahnung und um je zwei dieser Zahnräder wird ein aus breiten Plattengliedern bestehendes, endloses Kettenband wie ein Treibriemen herumgelegt. Werden nun die vier Laufräder von der Maschine aus in Umdrehung versetzt, so rollen sie nicht unmittelbar auf dem Boden, sondern auf den breiten Platten der beiden Kettenbänder. Bei näherer Betrachtung stellt sich jedoch heraus, daß es hiermit allein nicht getan ist. Zunächst war es zu überlegen, welche Abmessungen man den Raupenketten nach Länge und Breite geben soll.

Hierbei darf aber nicht vergessen werden, daß die Maschine in erster Linie ein guter Bagger sein und bleiben soll, daß sich also alle Gesichtspunkte — auch das Raupenkettenfahrwerk — dem unterordnen müssen und keinesfalls die Baggerleistung beeinträchtigen dürfen. Die Rücksicht auf geringen Flächendruck, d. h. geringes Einsinken des Baggers in weichem Boden, verlangt möglichst lange und breite Fahrketten. Anderseits hat man bei Schienenbaggern die Erfahrung gemacht, daß alle Teile, die über die normale Länge und Breite des Unterwagens hervorragen, leicht durch den ansetzenden Löffel beim Baggern beschädigt werden und auch die Baggerleistung beeinträchtigen, weil sie beim Ansetzen des Löffels diesem im Wege sind; am besten würden also in dieser Hinsicht möglichst kurze schmale Ketten sein. Um beiden einander widersprechenden Forderungen zu genügen, haben Orenstein & Koppel den Unterwagen in der Länge unsymmetrisch gebaut, d. h. ihn nur an der dem grabenden Löffel abgewandten Seite länger als bei Schienenbaggern üblich gemacht. Auf diese Weise erhält man einerseits eine genügend lange Tragfläche, anderseits geht man der Gefahr einer Kettenbeschädigung aus dem Wege und behindert vor allen Dingen den Löffel beim Ansetzen nicht.

Bei amerikanischen Löffelbaggern sind die „Caterpillars" wesentlich länger, als der Unterwagen; es ist also bei diesen eine Beschädigung durch den ansetzenden Löffel eher zu erwarten, wenn man nicht annehmen will, daß die amerikanische Baggermannschaft durchweg besser eingearbeitet ist.

Beim Baggern harten und schweren Bodens, der ja auch entsprechend tragfähig ist, stellt man den Bagger so, daß sich die kurze Seite des Unterwagens vorn, also unter dem Ausleger befindet. Dann kann man den Löffel beim Ansetzen zum Schnitt sehr weit zurücknehmen und scharf einsetzen. Wenn der Bagger dagegen auf wenig tragfähigem Boden steht, wird man vorteilhaft die längere Seite des Unterwagens nach vorn nehmen, weil sich dann vorn eine größere Tragfläche befindet und auch die Kippkante weiter nach vorn rückt. Auch beim Baggern oder Fahren auf Steigungen kann man den Bagger dadurch gut gegen Kippen sichern, daß man die lange Seite des Unterwagens bergab stellt.

Ferner soll sich die Raupenkette gelenkig an alle Unebenheiten des Bodens anschmiegen und — um das Einsinken des Baggers in den Boden zu verhüten — das Gewicht des Baggers möglichst gleichmäßig auf die ganze Berührungsfläche verteilen. Um dies zu erreichen, hat man zwischen den verzahnten Antriebrädern zahlreiche kleine Tragrollen über dem unteren Kettenstrang verteilt, die in einer Anzahl von gelenkigen doppelarmigen Hebeln gelagert und durch Federn gleichmäßig belastet sind. Das Gewicht des Baggers verteilt sich also außer auf die vier großen Antriebräder noch auf zehn kleinere Tragrollen und dadurch gleichmäßig auf die beiden Kettenstränge. Durch die Abfederung der Tragrollen wird erreicht, daß Stöße und Erschütterungen beim Fahren gemildert werden, wodurch nicht nur der Bagger selbst, sondern auch die befahrene Straße geschont wird. Der fahrende Bagger hinterläßt im Sandboden flachere Spuren und erschüttert auf Pflaster die Steine weniger als ein gewöhnliches Lastfuhrwerk. Werden die Federn der Tragrollen etwas entspannt, so tragen und stützen in der Hauptsache die großen Kettenräder den Bagger; er steht dann starr und schaukelt weniger beim Baggern, weshalb man die Tragrollenfedern nur auf dem Marsch scharf spannen soll.

Ferner muß für gute Lenkbarkeit des Baggers gesorgt werden. Bei einem Schienenfahrzeug übernimmt ja das Gleis die Lenkung; der Löffelbagger mit seinem kurzen Radstand und der geringen Fahrgeschwindigkeit verträgt sogar ziemlich scharfe Knicke im Gleis. Das Raupenketten-Fahrzeug aber wird dadurch gelenkt, daß man für Fahrt geradeaus beide Kettenstränge gleich schnell antreibt, dagegen für Fahrt in Kurven den innenliegenden Kettenstrang entweder langsamer oder überhaupt nicht antreibt oder gar ganz abbremst. Die Antriebsvorrichtungen für das Lenken sind bei den bisher bekannt gewordenen Raupenkettenfahrzeugen sehr verwickelt und bestehen meistens aus mehreren Getriebekästen, wie sie im Motorwagenbau üblich sind. Orenstein & Koppel erreichen den gleichen Erfolg mit einem wesentlich einfacheren und betriebsicheren Triebwerk (D.R.P.). Bei dieser Anordnung werden — genau wie beim Schienen-Löffelbagger — beide Achsen zugleich angetrieben, jedoch mit verschiedener Geschwindigkeit. Alle vier Kettenräder sitzen lose auf den Achsen, sind aber mit Kupplungen ausgerüstet, die vom Oberwagen des Baggers aus aus- und eingerückt werden können (Abb. 2).

Abb. 2. Antrieb des Raupenfahrwerkes.

Werden die beiden Räder auf der langsam laufenden Achse eingekuppelt, so fährt der Bagger langsam geradeaus, werden die beiden auf der schnell laufenden Achse sitzenden Räder eingekuppelt, so fährt der Bagger schnell geradeaus. Man hat also zwei Fahrgeschwindigkeiten nach Wahl zur Verfügung. Die geringere Fahrgeschwindigkeit wird auf der

Arbeitsstelle, auf unebenem Gelände und auf Steigungen, die große Geschwindigkeit wird für längere Fahrten auf ebener Straße benutzt. Für die Fahrt in Kurven schaltet man auf der einen Seite das schnell laufende Rad, auf der andern Seite das langsam laufende ein; dann fährt der Bagger in einem Bogen nach der mit dem langsamen Gang gekuppelten Seite hin. Endlich kann man auch zum Kurvenfahren lediglich eine Raupenkette antreiben, indem man nach Wahl deren schnell laufendes oder langsam laufendes Kettenrad kuppelt. Auf diese Weise hat man drei verschiedene Kurven zur Verfügung. Die Umkehr der Fahrtrichtung wird (ebenso wie beim Schienenbagger) vom Oberwagen aus durch ein Wendegetriebe gesteuert.

Abb. 3. Löffelbagger auf Raupenketten mit umlegbarem Ausleger und Schornstein von Orenstein & Koppel A.-G., Berlin.

Auf der Arbeitsstelle werden alle vier Kupplungen ausgerückt, dann steht der Bagger (auch auf Steigungen) unverrückbar; er braucht also keine Bremse im Fahrwerk.

Der Fahrwiderstand des Raupenkettenbaggers ist natürlich wesentlich größer, als der eines auf glatten Schienen fahrenden Baggers. Man rüstet deshalb den Raupenkettenbagger mit einer verhältnismäßig stärkeren Maschine und mit einem größeren Kessel aus als den Schienenbagger. Auch wird ein besonderer, großer Zusatzwasserkasten gewählt. Auf unebenem Boden und auf Steigungen ist der Fahrwiderstand weit größer als der Schwenkwiderstand, deshalb muß die Drehbewegung des Oberwagens beim Fahren des Baggers durch eine besondere Vorrichtung am Oberwagen blockiert werden, weil sonst der Bagger anstatt zu fahren, sich drehen würde.

Die beiden Raupenketten bestehen aus vielen Plattengliedern, die durch Stahlbolzen gelenkig verbunden sind. Infolge der unvermeidlich nach und nach eintretenden Abnutzung in den Gelenken, auch wenn diese in jedem einzelnen Gelenk nur gering ist, werden die Ketten mit der Zeit länger und es entsteht dann die Gefahr, daß die Ketten aufklettern und zerreißen. Um dies zu verhindern, lagert man die eine Antriebachse wagerecht verschiebbar in Gleitführungen als Spannachse. Durch geschickte Konstruktion ist dafür gesorgt, daß das treibende Kegelritzel der Verstellung der Spannachse selbsttätig folgt und stets im richtigen Eingriff mit dem zugehörigen Kegelrad auf der Achse bleibt.

Bei den ersten Probefahrten eines auf Raupenketten fahrenden Baggers hat sich bereits herausgestellt, daß besonders die Fernsprech- und Telegraphenleitungen die Freizügigkeit des Baggers behindern, wenn nicht bei der Höhenbemessung des Baggers darauf Rücksicht genommen ist, daß solche Hindernisse ohne Abbau des Baggers unterfahren werden können. Orenstein & Koppel rüsten daher ihre auf Raupenketten fahrenden Löffelbagger stets mit einem maschinell senkbaren Ausleger und umklappbaren Schornstein aus, Abb. 3.

Die Senkbarkeit des Auslegers ermöglicht es ferner, den Löffelbagger auch zur Herstellung von Gräben und kleinen Kanälen als Tiefbagger zu benutzen. Sollen die Gräben breiter werden als das lichte Maß zwischen den Raupenketten oder ist Einsturz der Grabenwände zu befürchten, so wird der Bagger mit einem entsprechend breiteren Unterwagen ausgerüstet.

Den verschiedenen Vorteilen des Baggers gegenüber ist zu berücksichtigen, daß natürlich der Bagger mit Raupenketten ein größeres Gewicht als der Schienenbagger hat und daher einen höheren Anschaffungspreis bedingt. Ferner ist er vielteiliger, daher empfindlicher im Betrieb und verursacht höhere Instandhaltungskosten. Man wird also vor der Beschaffung eines Löffelbaggers zu untersuchen haben, ob im jeweils vorliegenden Fall die Vorteile des Raupenkettenfahrwerkes die Mehrkosten aufwiegen, und dementsprechend seine Wahl treffen müssen. [A 321]

Selbstentlader für Erdarbeiten.

Von Dipl.-Ing. E. Emmerich, Direktor der Firma Fried. Krupp A.-G., Essen.

Die Aufgabe bei Erdarbeiten, die abgehobenen Massen zu befördern und an andrer Stelle schnell wieder abzulagern, wurde in alten Zeiten unter Anwendung der damals bekannten einfachsten mechanischen Hilfsmittel dadurch gelöst, daß man das Gut in ein auf Räder gestelltes Gefäß füllte und den so entstandenen Karren oder Wagen mit geringerem Kraftaufwand als beim Tragen durch Menschen zur Abladestelle zog oder drückte und durch einfaches Umkippen entleerte.

So entstand das erste Fördermittel für den genannten Zweck, die Karre, die noch heute mit allen ihren weiteren Entwicklungsstufen bis zu den vollendetsten auf Schienen laufenden selbsttätigen Wagen mit zwei oder mehr Achsen und Fassungsvermögen von vielen Kubikmetern bei Erdarbeiten im Gebrauch ist.

Aus der einfachen, mehrrädrigen Karre entstand mit der Einführung der Gleise in die Baubetriebe der auf Schienen laufende Wagen, dem man, um ihn nicht nach jeder Entladung wieder in die Schienen heben zu müssen, die Form des heut allgemein bekannten Muldenkippers gab und bei dem das muldenförmige Gefäß kippbar auf dem auf Schienen laufenden Untergestell gelagert ist. Solche Muldenkippen werden heute im allgemeinen in Größen von nicht mehr als 1½ m³ Inhalt bei 600 mm Spur, von 2 bis 3 m³ bei 750 und von 3 bis 4 m³ bei 900 mm Spur gebaut. Kleinere Muldenkipper wird man gern mit selbsttätigen Feststellungen ausrüsten, bei denen beim Kippen nur ein Hebel umzulegen ist, so daß der Arbeiter sofort nach dem Kippen beide Hände frei bekommt. Diese Feststellvorrichtungen halten das Kippgefäß beim Zurückkippen selbsttätig fest, verhindern das Schwanken im fahrenden Zug und bewirken, daß es nicht nach der Seite kippen kann, auf welcher der Arbeiter steht. Abb. 1 zeigt einen Muldenkipper von 3 m³ Inhalt und 900 mm Spur mit Bremsvor-

Abb. 1. Muldenkipper für 3 m³.

Abb. 2. Verpackung der Mulden mit schrägen Kopfwänden.

Abb. 3. Hölzerner Kastenkipper.

richtung. Die Verwendung von Mulden mit schrägen Kopfwänden gestattet eine sehr raumsparende Verpackung und ist besonders beim Versand nach Übersee vorteilhaft, Abb. 2.

Das Bedürfnis nach noch größerem Fassungsraum hat, da die Mulde den über den Schienen verfügbaren Raum nur ungenügend ausnutzt, zur Konstruktion des Kastenkippers geführt, der, aus Holz ausgeführt, nach den Muldenkippern wohl die weiteste Verbreitung bei Bauarbeiten gefunden hatte. Bei diesen Wagen sitzt ein meist rechteckiger Kasten in Kipplagern drehbar auf dem Untergestell. Die eine Längskastenwand ist an dem Kasten an ihrer oberen Längskante lose aufgehängt und wird an ihrer unteren Längskante durch eine Schließvorrichtung, im einfachsten Falle durch einen Sperrhaken, gegenüber dem Kasten festgehalten. Vor dem Kippen des Kastens muß diese Sperrvorrichtung mit der Hand gelöst werden. Dabei drückt das Ladegut auf diese bewegliche Wand, vielfach Vorsteller genannt, ein Teil des Materials läuft durch den sich bildenden Spalt ab, ehe der Kasten selbst gekippt wird. Der Schwerpunkt des Kastens mit Inhalt verlegt sich infolgedessen etwas nach der der Kippseite entgegengesetzten Wand des Kastens und erschwert so das Kippen. Diesen Nachteil vermeidet man durch eine einfache Vorrichtung, Abb. 3. Ein am Untergestell angebrachter Anschlag gibt den Verschlußhaken erst dann frei, bzw. öffnet ihn erst dann selbsttätig, wenn das Kippen bereits soweit fortgeschritten ist, daß der Schwerpunkt des Kastens mit Inhalt über den Drehpunkt hinaus gewandert ist und eine fallende Bahn beschreibt. Der Kippvorgang vollzieht sich dann stets mit Schwung und einem Aufschlag, der die Entleerung unterstützt.

Abb. 4 und 5. Schrägboden-Selbstentlader.

Abb. 6 und 7. Flachboden-Selbstentlader.

Ein großer Nachteil besteht aber bei diesen Kastenkippern noch darin, daß zu ihrer Betätigung ein großer Kraftaufwand, somit eine große Bedienungsmannschaft notwendig ist. Hier haben die Braunkohlengruben mit den ganz gewaltigen zu bewegenden Abraummassen auf der Suche nach Lohnersparnissen den Anstoß zur Schaffung von mehr selbsttätig wirkenden Einrichtungen gegeben. Zunächst versuchte man die gestellte Aufgabe durch Wagen mit einem feststehenden Kasten zu lösen, dessen Boden schräg gestellt und dessen Längswand auf der Kippseite wieder beweglich aufgehängt, in ähnlicher Weise zugehalten wurde wie beim Kastenkipper. Durch den Druck des Ladegutes wurde nach Lösen des Verschlusses die Längswand zur Seite gedrückt, Abb. 4 und 5. Das Ladegut lief aus, und die Klappen mußten mit der Hand in die Schließlage gebracht werden. Zur Bedienung des Wagens genügte ein Arbeiter. Bei leicht fließendem Material, wie Sand und feinem Kies, befriedigte dieser Wagen und ist auch noch heute im Betrieb. Bei backendem Material oder lehmigem Boden aber war die Konstruktion nicht geeignet. Der Firma Fried. Krupp A.-G. gelang es kurz vor dem Krieg, als erste in Deutschland einen auch bei schwierigstem Material wirklich brauchbaren selbsttätigen Wagen herauszubringen, der vorbildlich für viele spätere Konstruktionen ähnlicher Art wurde und der seine Brauchbarkeit in unzähligen Fällen erwiesen hat. Er ist inzwischen in mehr als 18 000 Stück im Gebrauch. Dieser selbsttätig arbeitende Wagen ist als eiserner Flachboden-Selbstentlader allgemein bekannt geworden.

Allen selbstkippenden Wagen sind die nachstehenden Grundzüge eigen: Entladen wird nach Lösung der Feststellvorrichtung bzw. des Verschlusses durch nur einen Arbeiter infolge geeigneter Wahl der Schwerpunktlage des Ladegutes selbsttätig zu dem Drehpunkt der das Ladegut tragenden Kastenteile. Dabei wird die nach der Kippseite liegende Längswand des Wagenkastens (der Vorsteller) durch Ausnutzung der Relativbewegung zwischen den beweglichen Kastenteilen und dem Untergestell angehoben und gibt einen möglichst großen Durchgang für das Ladegut frei. Die Entladung erfolgt mit Schwung und großer Energie in wenigen Sekunden und so, daß die beweglichen Kastenteile sicher in ihre äußerste Stellung kommen und dort vom Verschluß festgehalten werden. Der Wagen wird wieder nach dem Lösen des Verschlusses durch Ausnützung der potentiellen Energie der durch den Entladevorgang gehobenen Kastenteile entladen, unter Umständen unter Unterstützung von Rückzugfedern, die beim Entladen gespannt wurden.

Für die sachgemäße Konstruktion der Feststellvorrichtung ergeben sich daraus folgende Bedingungen: Der Verschluß muß sich durch einen Mann leicht lösen lassen. Nach dem Entladen muß der Kasten in der Entladestellung sicher festgehalten werden. Das Lösen des Verschlusses zum Schließen muß wiederum nur ein Arbeiter vornehmen können. In der Beladestellung endlich muß die Feststellvorrichtung den Kasten festhalten und auch während der Fahrt und beim Beladen ein Schwanken des Kastens und unbeabsichtigtes Öffnen verhindern.

Den oben erwähnten Flachboden-Selbstentlader, nach diesen vorgenannten Grundsätzen konstruiert, zeigt Abb. 6 und 7. Bei ihm sind die beiden Kopfwände des Kastens fest mit dem Untergestell verbunden. Der Boden, mit der rückwärtigen Längswand gelenkig verbunden, ist auf dem Untergestell in Kipplagern abgestützt und bewegt sich mit geringem Spiel zwischen den beider Kopfwänden. Der Drehpunkt ist dabei so gewählt, daß mit Unterstützung von Rückzugfedern, die zwischen Boden und Untergestell angeordnet sind, die oben geschilderten Bedingungen für den Entladevorgang und selbsttätiges Schließen erfüllt sind. Die gelenkig am Boden befestigte Längswand ist durch Lenker an den beiden Kopfwänden so befestigt, daß sie sich beim Entladevorgang hebt, nahezu parallel zu der Anfangslage, und somit den Winkel zwischen sich und dem Boden dauernd vergrößert. Diese

Abb. 8 und 9. Schaufelboden-Selbstentlader.

Relativbewegung zwischen Boden und Wand wirkt unter allen Umständen beim Entladen auf ein Auflockern und Zerbrechen des Ladegutes, und dieser Vorgang ist der Grund, warum sich gerade diese Wagen auch für die schwierigsten Materialien gut eignen und sicher und restlos entleeren. Es bleibt nur noch zu erwähnen, daß beim Flachbodenwagen der Vorsteller durch eine Stange so mit einem Hebel der Verschlußwelle verbunden ist, daß er bei der Drehung des letzteren um den erforderlichen Betrag angehoben wird.

Abb. 10 und 11. Selbsttätiger Kastenkipper (Holz).

Eine Bauart, bei der die nicht immer erwünschte gelenkige Verbindung zwischen Boden und Längswand vermieden ist, zeigen Abb. 8 und 9. Hier bilden Boden und Seitenwand ein Stück und sind in Form einer Schaufel ausgebildet. Die eigenartige Aufhängung der Klappe und ihre Verbindung mit der beim Entladen hochschwingenden Rückwand ergibt bei diesen Wagen eine sehr weite Ausflußöffnung, durch die selbst große, vom Löffelbagger herstammende Klumpen ungehindert entladen werden können. Infolge glücklicher Wahl von Bodendrehpunkt und Schwerpunktlage der bewegten Teile konnte hier auf Bodenrückzugfedern verzichtet werden.

Aus dem Bestreben, einen selbsttätigen Wagen zu schaffen, der dem bei Bauarbeiten bisher viel gebräuchlichen hölzernen Kastenkipper ähnlich ist, möglichst wenig Teile hat und dabei doch zuverlässig arbeitet, entstanden selbsttätige Kastenkipper, Abb. 10 und 11. Kinematisch betrachtet, haben diese Wagen fast alle den gleichen Mechanismus, der bereits von den beim Bau des Panamakanals her gebräuchlichen Konstruktionen bekannt ist. Der Kasten, bestehend aus Boden, zwei fest damit verbundenen Kopf- sowie einer festen und einer beweglich an den Kopfwänden oder besonderen festen Stützen angelenkten Längswand, ist auf dem Unterwagen exzentrisch so gestützt, daß er beladen unter der Einwirkung der Ladung nach der Seite der angelenkten Längswand umzukippen bestrebt ist. Gehindert wird er daran durch den Verschluß, von dem eine patentlich geschützte Anordnung unten beschrieben werden soll. Die bewegliche Längswand des Wagenkastens stützt sich durch einen Lenker, dessen Angriffspunkt an dieser Seitenwand entsprechend gewählt ist, auf dem Unterwagen ab. Sie hebt sich beim Kippen des Wagenkastens hoch und gibt dadurch die ganze Seite für die Entladung frei. Ist die Längswand an festen Stützen aufgehängt, so wird sie durch geeignete Stangen- oder Lenkerverbindung vom beweglichen Kasten oder auch vom Verschluß aus angehoben. In Kippstellung wird der Wagenkasten, wie schon früher als Bedingung gefordert, durch den Verschluß wieder festgehalten. Wird er frei gegeben, so wird der Kasten durch das Gewicht der hochgehobenen Seitenwand zurückgekippt und wieder durch den Verschluß in Beladestellung festgehalten. Abb. 12 und 13 zeigen einen solchen eisernen Kastenkipper. Abb. 10 und 11 den Wagen gleicher Konstruktion aus Holz. Der hölzerne Wagen hat bei einem Fassungsvermögen von 5,3 m³ ein Gewicht von 2900 kg, der eiserne ein Gewicht von 3000 kg bei dem gleichen Fassungsraum. Die meisten der heutigen nicht selbsttätigen Holzkastenkipper lassen sich ohne allzu großen Aufwand von Kosten unter Zuhilfenahme von Eisenteilen, wie sie in gleicher oder ähnlicher Ausführung auch für die neuen hölzernen Kastenselbstkipper dieser Art erforderlich sind, in Kastenselbstkipper umbauen.

Abb. 12 und 13. Selbsttätiger Kastenkipper (Eisen).

Holz als Baustoff hat für Bauarbeiten, die als vorbereitend mehr den Stempel des Vorläufigen tragen, viele Anhänger. Auf den Baustellen fehlt es (bislang wenigstens) zumeist an Werkzeugen und geschulten Arbeitskräften zur Instandsetzung beschädigter Arbeitsmittel. Ein hölzerner Wagen wird aber auf der Baustelle bei Beschädigungen leichter wieder hergestellt werden können als ein eiserner, da mit Säge und Stemmeisen vertraute Leute eher zu finden sind als ausgebildete Schlosser, die für die Ausbesserung eiserner Wagen nicht entbehrt werden können. Bei der Anwendung nicht selbsttätiger Wagen mögen diese Gesichtspunkte ausschlaggebend und auch berechtigt gewesen sein. Zu bezweifeln aber ist, ob bei einem größeren Wagenpark selbsttätiger Wagen, auch wenn ihre Hauptteile aus Holz gefertigt sind, diese Ansicht noch aufrecht erhalten werden kann. Holz als Baustoff ist sehr stark den Witterungseinflüssen unterworfen und daher für selbsttätige Maschinen an sich kein geeigneter Baustoff. Auch wird diese vermehrte Verwendung von eisernen Beschlagteilen an den hölzernen Kastenselbstkippern Anlaß geben, Instandsetzungen an solchen Teilen durchzuführen. Außerdem wird die vermehrte Anwendung von lohnsparenden Maschinen anderer Art, wie Bagger, Pumpen usw., die Anwesenheit geschulter Arbeitskräfte und kleinere Werkzeugmaschinen für Instandsetzungsarbeiten auf der Baustelle erforderlich machen. Schon heute gehen einzelne Baufirmen dazu über, kleinere ortbewegliche Werkstätten in ihren Gerätepark aufzunehmen, die neben den Unterkunftsräumen für die Arbeitskräfte als Erstes auf der Baustelle aufgestellt werden. Es ist daher m. E. sicher, daß in dem Maße, wie man die lohnsparende Wirkung der selbsttätig arbeitenden Fördermittel erkennen wird, Holz als Baustoff für diese Geräte immer mehr verschwinden und dem Eisen und Metall als einzig brauchbarem Baustoff weichen wird.

Abb. 14 bis 16. Verschluß der Kastenselbstkipper.

Stellung I. Kurbelgetriebe in Ladestellung gesichert. Stellung II. Kurbelgetriebe entsichert und zum Entladen bereit. Stellung III. Kurbelgetriebe zum Schließen des Wagens bereit.

In Abb. 14 bis 16 ist schließlich der oben erwähnte Verschluß für Selbstkipper dargestellt. Der wesentliche Teil ist das Kurbelgetriebe *a b* mit einem auf der Antriebwelle drehbaren Handhebel *c*. Der Handhebel hat einen Nocken *d*, der über einen Anschlag *e* des Kurbelgetriebes greift und dieses bei der Schließlage des Handhebels gegen eine Bewegung im Sinne der Entladung verriegelt. Um den Wagen zu entladen, bewegt man den Handhebel nach der Stellung II, Abb. 15. Der Nocken *d* hat hierbei den Anschlag *e* des Kurbelgetriebes entriegelt. Nunmehr kuppelt man durch den Mitnehmer *f* den Handhebel mit dem Kurbelgetriebe und bewegt dieses in Pfeilrichtung aus seiner Totpunktlage. Unter der Wirkung des Ladegutes bewegt sich nun der Kasten in die Kippstellung. Das Langloch *g* in der Schubstange *b* des Kurbelgetriebes gestattet diesem, während der Kippbewegung des Kastens unter Wirkung der lebendigen Kraft, dem Handhebel vorauseilend, über seine zweite Totpunktlage hinauszuschwingen. Der Anschlag der Schubstange *h* des Kurbelgetriebes verhindert eine Weiterbewegung in dem vorhandenen Drehsinn und ein Zurückfallen des entleerten Kastens unter Wirkung des Gewichtes der hochgehobenen Seitenwand. Um den Wagen aus dieser Entladestellung zurückzuführen, bewegt man den Handhebel nach Stellung III, Abb. 16, und bringt den Mitnehmer *f* wiederum in Eingriff. Durch Drehen des Handhebels in der Pfeilrichtung führt man nunmehr das Getriebe über seine Totpunktlage zurück. Unter Wirkung der hochgehobenen Seitenwand schwingt der Kasten in seine Anfangsstellung, die Seitenwand legt sich dicht schließend auf den Kastenboden auf, und das Kurbelgetriebe eilt dem Handhebel voraus in seine erste Stellung. Ein Zurückbewegen des Handhebels in Stellung I, Abb. 14, verriegelt wieder das Kurbelgetriebe gegen unbeabsichtigte Entladung.

Alle vorher beschriebenen selbsttätigen Kastenkipper werden normalerweise für Spurweiten bis zu 900 mm, der größten für gewöhnlich bei Bauarbeiten in Deutschland üblichen Spur, und durchweg mit Fassungsräumen von 5,3 m³ gebaut und verwandt. Selbstverständlich lassen sich die gleichen Konstruktionen auch noch für größere Spurweiten und Fassungsräume bauen, doch wird ihre Handhabung für Bauzwecke zu schwerfällig. Auch dürften die Kosten für die Herstellung und Unterhaltung der Gleisanlagen bei den dann erheblich wachsenden Achsdrücken das Maß des für Bauarbeiten Zulässigen im allgemeinen überschreiten.

Mit dem Gesagten sind durchaus nicht alle Möglichkeiten der Bauart und der bereits ausgeführten Konstruktionen erfaßt. Der beschränkte Raum gestattete nur, die wichtigsten der heute gebräuchlichen Wagenformen in Beispielen zu behandeln. [A 282]

Fassadenreinigung und Entrostung eiserner Bauwerke nach Kreutz.

Die infolge der Kriegs- und Nachkriegsverhältnisse in ihrer Unterhaltung stark vernachlässigten Eisenbauwerke erfordern vor dem Neuanstrich eine besonders sorgfältige Entrostung und Reinigung von alter abblätternder Kriegsersatzfarbe, von Ruß und Staub. Die früher fast ausschließlich angewandte Reinigung von Hand mittels Spachtels und Stahldrahtbürste reicht in den meisten Fällen nicht mehr aus, besonders wenn der Rost die Walzhaut des Eisens durchbrochen und tiefe Narben gebildet hat. Für solche Arbeiten ist man gezwungen, sich des schnell und gründlich wirkenden Sandstrahlgebläses zu bedienen, mit dem sich sowohl Häuserfassaden, eiserne Bauwerke und Brücken, als auch Schiffsrümpfe mit verhältnismäßig geringen Kosten reinigen lassen.

Eine solche Anlage besteht aus: 1. dem Drucklufterzeuger mit seinem Druckluftreiniger und Windkessel, 2. der Antriebmaschine, 3. dem Sandstrahlgerät mit Luftleitungen und Strahldüsen.

Da die Baustellen oft weit auseinander liegen, ordnet die Firma Kreutz, Duisburg, die ganze Anlage auf einem Lastkraftwagen an, auf dem außer dem Gehäuse zum Schutze der Maschine für den Wächter ein Unterkunftraum vorhanden ist, worin auch Werkzeuge aufbewahrt werden können. Als Drucklufterzeuger dient ein kleiner Demag-Umlaufkompressor, der mittels Riementriebes von dem Fahrmotor des Wagens angetrieben wird (Bauart Kreutz).

Bei Anwendung eines Kolbenkompressors wäre ein Vorgelege erforderlich: denn derartige Kompressoren müssen infolge der hin- und herschwingenden Massen viel langsamer laufen und verlangen ein schweres Fundament, um erschütterungsfrei zu arbeiten. Rotationskompressoren dagegen arbeiten vollständig erschütterungsfrei, so daß die Anlage, wie z. B. bei den Arbeiten an der Müngstener Brücke, sogar auf dem Revisionswagen des Hauptträgers aufgestellt werden konnte. Die angesaugte Luft wird in einem Filter von Staub und Unreinigkeiten befreit, im Kompressor auf 3 at verdichtet und dem unter dem Wagen angeordneten Windkessel zugeführt. Von hier aus gelangt die Luft zum Mischventil des Sandtrichters, wo sie sich mit dem groben scharfkantigen Quarzsande mischt, den sie durch die Schlauchleitungen und Düsen auf den zu reinigenden Körper schleudert.

Gewöhnlich wird mit 2 bis 3 Strahldüsen gearbeitet; nur bei ganz dicken Rostschichten schließt man alle bis auf eine Düse, wodurch der volle Druck von 3 at, gegen nur etwa 1,8 at bei Anwendung von drei Düsen, wirken kann.

Obgleich Rostschichten jeder Dicke schnell entfernt werden, ist dennoch kein übermäßiger Angriff der Eisenteile zu befürchten. Dringt der Sandstrahl, was zuweilen geschieht, durch die Wandung, wie es z. B. bei der Viktoria-Straßen-Brücke in Bonn geschah, so kann dies nur als Warnung dienen, daß die Querschnittsverminderung zu weit fortgeschritten ist. In solchen Fällen wäre das Bauwerk sowieso zu erneuern oder auszubessern. Der Wirkungsbereich der Anlage ist so groß, daß bei den Arbeiten in der Bahnhofshalle in Frankfurt a. M. noch in 20 m Höhe vom Flur mit einem Druck von 2,7 at gearbeitet werden konnte.

Bei dem geringen Gewicht der Düsen von nur 2 kg ermüdet der Arbeiter bei ihrer Handhabung nur wenig, zumal er als Schutz gegen die umherfliegenden Sand- und Rostteile nur eine leichte Tuchhaube mit Schutzbrille zu tragen braucht. Bis 200 m² lassen sich in achtstündiger Schicht reinigen gegen nur 16 m² bei Handarbeit.

Bemerkenswert ist die Kühlvorrichtung für das Kühlwasser für Kompressor und Motor. Sie besteht aus zwei leichten gewöhnlichen Lamellenkühlern mit Ventilatoren, die so wirksam sind, daß selbst im Sommer kein Frischwasser erforderlich ist.

Wegen dieser Eigenschaften eignet sich die Anlage besonders für den Eisenbahnbetrieb und wurde von der Firma Kreutz, Duisburg, nach deren System die Kompressorenanlage von der Demag ausgeführt wird, u. a. zum Entrosten folgender Anlagen benutzt: der Müngstener Brücke, Bahnsteighallen des Frankfurter Hauptbahnhofes, Fernbahnüberbrückung beim Lehrter Bahnhof Berlin, Eisenbahnüberbrückung bei Höchst a. M., Viktoria-Straßen-Brücke in Bonn und einer Reihe sonstiger Bauwerke.

Alle diese Arbeiten wurden in sehr kurzer Zeit und mit verhältnismäßig geringen Kosten durchgeführt. [M 375]

Versuchsstaudamm in Gewölbeform in Kalifornien.

Die heute noch herrschende große Unsicherheit darüber, wie die Kräfte in bogenförmigen Staudämmen verlaufen und wie sich solche Dämme bei verschiedenen Belastungen, Baustoffen und Temperaturen verhalten, hat es bisher verhindert, zu den wirtschaftlichsten Bauweisen bei Wahrung vollster Sicherheit zu gelangen. Die Engineering Foundation hat es deshalb unternommen, einen Versuchsdamm in wirklicher Größe zu errichten mit Einrichtungen zum Messen der Formänderung und der Kräfte.

Der Probedamm soll später, wenn möglich, bis zum Einsturz belastet werden. Da in Amerika die Ausnutzung von Wasserkräften einen Hauptgegenstand der Erörterungen und Untersuchungen bildet und ein großer Kreis von Interessenten und Organisationen vorhanden ist, der von einer vermehrten Kenntnis des Kräfteverlaufes in Bogenstaudämmen Nutzen ziehen kann, so hat die Zeichnung von Beiträgen zu den Kosten des Unternehmens ein sehr günstiges Ergebnis gehabt, und man hofft 100 000 $ zusammenzubringen.

Ein Platz für den Versuchsdamm ist gefunden worden am Stevenson-Bach, einem Zufluß des San Joaquin-Flusses, ungefähr 9,6 km östlich von Fresno, Kalif., der folgende Vorzüge hat: 1) günstige Gründung ohne übermäßige Ausschachtungen, 2) leicht zugängliche Lage, 3) beliebig benutzbares Wasser zur Durchführung der Prüfungen, 4) eine verhältnismäßig geringe Aufspeicherfähigkeit, so daß Leben und Eigentum nicht in Gefahr kommen, wenn der Bau wirklich einstürzt. Bei 25 vH Flußbettneigung würde ein Damm von 18 m Höhe nur etwa 1230 m³ einschließen. Ein Tunnel, der Wasser für Kraftzwecke von einem See nahe der Stelle vorbeiführt, ermöglicht es, mittels einer Schützenanlage das Staubecken schnell zu füllen.

Es ist geplant, einen kreisförmigen Damm mit lotrechter Oberfläche an der Oberwasserseite, einem dünnen Querschnitt und zunächst nur 18 m Höhe zu bauen, weil wiederholte Untersuchungen unter verschiedenen Belastungs- und Temperaturbedingungen für die Dauer etwa eines Jahres beabsichtigt sind. Der geringe Beckeninhalt wird es ermöglichen, Messungen an demselben oder dem folgenden Tage zu wiederholen, so daß Temperatur, Wassergehalt des Betons und andere Bedingungen praktisch für jede Versuchsreihe als gleich angesehen werden können. Nach diesen Untersuchungen soll das Bauwerk stufenweise um je 3 m erhöht werden, damit man auf jeder Höhenstufe bis zum Einsturz des Dammes oder bis zu der an dieser Stelle wirtschaftlichsten Höhe von etwa 30 m Messungen vornehmen kann. („Engineering News-Record" Bd. 92 (1924) Nr. 13) [310] Bu.

Der Dampf im Baubetriebe.

Die Baumaschine mit Dampfantrieb.

Von Franz Berndt, Düsseldorf.

Anforderungen des Baubetriebes an die Baumaschine; ihre Erfüllung durch den Dampf als Antriebsmittel. Beschreibung einer Dampframme; Dampfkrane in den Ausführungsformen als Baggerkrane und Lokomotivkrane. Anwendungsgebiete des Lokomotivkranes.

Wesen und Vorteile des Dampfbetriebes.

Die Bauwerke, bei deren Errichtung Baumaschinen gebraucht werden, sind ortfesten Werkstücken vergleichbar. Die Arbeitsmaschinen müssen also leicht beweglich sein, um an ihre Arbeitsplätze gelangen zu können. Für kürzere Strecken bedürfen sie eines Fahrwerkes, das ihnen die Fortbewegung in betriebsbereitem Zustande gestattet. Eine Verlegung des Betriebsortes auf größere Entfernungen nötigt jedoch zur Benutzung von besondern Beförderungsmitteln. Hierzu ist bei den meisten Maschinen eine Zerlegung in handliche Gewichte und Abmessungen nicht zu umgehen. Die Verwendung auf einer neuen Baustelle erfordert nach der Beförderung erneuten Zusammenbau. Da die Betriebsdauer durch die Bauzeit meist auf eine bestimmte Frist beschränkt ist, spielt die Zeit für die Zerlegung, die Beförderung und die Aufstellung eine um so größere Rolle, je kürzer die Betriebsdauer ist. Soll also ein Baugerät der ersten Hauptanforderung entsprechen, die der Bauingenieur stellt, der leichten Beweglichkeit, so muß es ein geringes Eigengewicht haben, möglichst mit eigener Kraft fahren können und sich leicht zerlegen und wieder aufstellen lassen.

Nicht weniger wichtig an einer Baumaschine ist ihre Leistungsfähigkeit. Hierzu bedarf es maschinellen Antriebes, der auch unter schwierigen Verhältnissen störungsfrei arbeitet, und einer einwandfreien Bauart. Die Leistungsfähigkeit ist also, wenn man von der Größe des Gerätes und der dadurch bedingten Motorstärke absieht, letzten Endes von der Betriebsicherheit abhängig, diese wieder von der Güte der Bauart, der Einfachheit der Betriebsvorgänge und der Sorgfalt der Bedienung.

Ein Antriebsmittel, das den damit betriebenen Maschinen Beweglichkeit und Leistungsfähigkeit verleiht, ist der Dampf. Er wird deshalb schon seit Jahrzehnten bei Baumaschinen angewandt. Zweifellos müssen die Maschinen hiermit auf den ersten Blick in den Verdacht einer gewissen Rückständigkeit kommen. Die Nachteile des unmittelbaren Dampfantriebes sind ja leider zahlreich. Zunächst ist die Verwertung des Brennstoffes in den kleinen Dampferzeugern unbefriedigend; hierzu kommen die Verluste durch Anheizen, ungenügenden Wärmeschutz und Betriebspausen. Bei flottem Betriebe bedarf der Kessel eines besonderen Heizers. Die Zuführung der Betriebsstoffe macht Unterbrechungen der Arbeit notwendig, wodurch unproduktive Löhne entstehen. Die Dampfmaschine muß wegen des Anspringens mit hohem Füllungsgrad und entsprechend großer Dampfverschwendung arbeiten. Auch die umständliche Bedienung durch zahlreiche Hebel, die Gefährdung der Maschine durch Frost und ihre Feuergefährlichkeit durch Funkenauswurf seien schließlich erwähnt.

Der wichtigste Vorteil ist wohl ihre Unabhängigkeit von einer zentralen Kraftanlage und damit ihre Selbständigkeit. Ihre Verwendung ist an jedem Orte möglich, wohin Kohlen und Wasser gebracht werden können. Sie ist an keine Kraftzuleitung gebunden, wenn sie aufgestellt oder an einen andern Betriebsort gebracht wird, ist sofort betriebsbereit und hilft mit eigener Dampfkraft ihre Aufstellung vollenden, sobald Kessel und Dampfmaschine zusammengebaut sind. Weiter spricht für den Dampfbetrieb seine Einfachheit und Unempfindlichkeit. Der Vorgang in Kessel und Dampfzylindern kann auch von weniger geschulten Leuten zutreffend erfaßt und die Bedienung danach eingerichtet werden. Die Auswahl der Bedienungsmannschaft macht dem Bauleiter also keine Sorgen. Auch die Unempfindlichkeit des Dampfbetriebes gegen die Einflüsse der Witterung und gelegentlicher elementarer Ereignisse verdient erwähnt zu werden. Nicht selten wird eine Baustelle vom Hochwasser überrascht und die Maschinen, die sich nicht bergen lassen, bleiben wochenlang überflutet. Kann später wieder an die Fortsetzung der Arbeit gedacht werden, so bedürfen die dampfbetriebenen Maschinen meist einer geringen Überholung, um wieder betriebsbereit zu sein. Solche und andere Instandsetzungen werden mit den Mitteln der Betriebswerkstatt erledigt, und nur in schwierigen Fällen braucht die nächstgelegene Maschinenfabrik herangezogen zu werden. Elektrischer Antrieb würde unter den letztgeschilderten Verhältnissen vollkommen versagen.

Dampframmen.

Eine besondere Bedeutung hat der Dampf für die Dampfbärrammen gewonnen. Sie haben im Gegensatz zu den Fallbärrammen, deren Bär mechanisch gehoben wird, einen mit Kolben versehenen Bärzylinder, in dem der Dampf unmittelbar als Treibmittel wirkt. Diese Bauart ist deshalb wichtig, weil sie zu großen Leistungen befähigt ist, die sich mit Fallbären nicht erreichen lassen.

Der wesentlichste Teil der Ramme ist der Dampfbär. Der Bärkörper, ein dickwandiger Zylinder, umschließt einen an senkrechter Kolbenstange befindlichen Kolben. Oben durch den geteilten Bärdeckel mit Stopfbüchse geschlossen, hat er unten eine massive Schlagfläche. Die Kolbenstange ist am Bärrahmen aufgehängt, der nach unten geführt ist und in die wagerecht gerichtete Bärzunge endet. Mit letzterer stützt sich der Bär auf den Pfahl. Die Zunge verschwindet in einer Aussparung der Schlagfläche, die soviel Spielraum hat, daß sich der Bär nicht auf die Zunge schlagen kann. Die hohle Kolbenstange dient zur Dampfzuführung und zur Aufnahme der Steuerungsteile, die als entlastete Kolbenschieber ausgebildet sind. Sie lassen sich leicht mit der Hand bewegen. Bärkörper und Bärrahmen sind mit Führungen versehen, die um die Läuferrute, den sogenannten Mäkler, herumgreifen und dem Bärkörper bei der Hub- und Fallbewegung, wie auch dem ganzen Bär beim Verstellen nach oben und unten die nötige Führung erteilen.

Der Rammeister vermag nach Bedarf langhubige und kurze Schläge auszuführen. Man kann bei Dampfbären dieser Art ziemlich allgemein mit etwa 35 bis 45 Schlägen in 1 min rechnen. Die Größe des Dampfbärs wird nach seinem Fallgewicht bestimmt. Letzteres liegt bei den gebräuchlichen Ausführungen zwischen 300 und 5000 kg; hiermit können Pfähle mit einem Gewicht von 300 bis 8000 kg gerammt werden.

Von besonderer Wichtigkeit für die Arbeit des Bärs ist der vorher erwähnte Mäkler, an dem er geführt wird. Durch die Wirkungen der Rammschläge werden an diesen Konstruktionsteil hohe Anforderungen gestellt. Der Mäkler ist dementsprechend aus Formeisen und Blechen zu einem besonders widerstandsfähigen Querschnitt in Kastenform zusammengesetzt. Er geht im gleichen Querschnitt von Geländehöhe bis zur Spitze der Ramme durch und bestimmt durch seine Länge die Nutzhöhe der Ramme, d. h. die Pfahllänge über Geländehöhe. Diese liegt bei den beschriebenen Rammen im allgemeinen zwischen 10 und 18 m. Der Mäkler wird von dem Gerüst getragen und gestützt und kann durch Verstellen des letzteren nach vorn oder hinten geneigt und auch in wagerechter Richtung verschoben werden. Beide Arten von Bewegungen gehen mit Hilfe von Schraubenspindeln vor sich. Das Gerüst ist in mehrere Stockwerke gegliedert, die durch Leitern bestiegen werden können. Klappbare Bühnen machen Bär und Pfahl in den verschiedenen Höhenlagen zugänglich. Die größte Schräglage des Mäklers und somit also auch des Pfahles beträgt gewöhnlich 1 : 10 nach vorn und 1 : 3 nach hinten. Der wagerechte Vorschub des Gerüstes wird hauptsächlich dann benutzt, wenn ein Pfahl aus der Richtung gewichen ist und es gilt, Pfahl- und Bärachse wieder in Übereinstimmung zu bringen. Wichtig ist ferner die Versenkbarkeit des Mäklers unter Geländehöhe. Sollen Pfähle in einer Baugrube geschlagen werden, in der kein Platz für die Ramme ist, so wird sie auf Geländehöhe aufgestellt und der Mäkler in die Grube hinabgelassen. Mit der vorher beschriebenen Kastenform aus eisernen Profilen eignet sich der Mäkler auch für diese Arbeitsweise und braucht erst bei größerer Tiefe gegen die Baugrube abgestützt zu werden. Die übliche Versenktiefe beträgt etwa 3 m, zuweilen mehr.

Die beschriebenen Mäkler- bzw. Gerüstbewegungen werden bei Rammen, die für hohe Leistungen gebaut sind, durch Kraftantrieb betätigt. Bei einfachen und leichten Rammen nimmt man mit Handantrieb für die Vorschubbewegung und die Gerüstneigung vorlieb.

Zur Lagerung des Gerüstes, der Getriebe und des Dampfantriebes dient der Rammenwagen. Sogenannte Reihenrammen, die hauptsächlich zum Schlagen von Pfahl- oder Bohlenreihen be-

nutzt werden, haben einen einfachen Wagen mit darunter angebrachtem Fahrwerk. Drehrammen, die sich für die Herstellung von beliebigen Pfahlgruppen eignen und sich allen vorkommenden Betriebsfällen leichter anpassen, haben einen doppelten Wagen, nämlich den Oberwagen mit den Getrieben, der Drehvorrichtung und dem Dampfantrieb und den Unterwagen mit dem Laufwerk. Abb. 1 stellt eine Drehramme der Maschinen- und Kranbau Aktiengesellschaft, Düsseldorf, dar; die beiden übereinander befindlichen Wagen sind darauf deutlich erkennbar. Die Drehvorrichtung ermöglicht dem Rammenführer, mit seinem Gerät wie mit einem Kran zu arbeiten. Er kann damit die Pfähle, die von der Seite herangeführt werden, aufnehmen und unter Zuhilfenahme der Drehbewegung an ihren Platz bringen.

Die Hebevorrichtungen für den Bär, den Pfahl und den Rammschlauch sind nebst dem Dampfantriebe mit einer Dampfwinde vereinigt. Sie hat je eine Trommel für jede Hebevorrichtung, eine stehende Zwillingsdampfmaschine und einen stehenden Kessel. Ein gemeinschaftlicher Windenwagen aus Eisenkonstruktion mit einem einfachen Laufwerk faßt die Bestandteile der Dampfwinde zu einer selbständigen Baumaschine zusammen. Sie kann unabhängig von der Ramme für Hebe- und Beförderungszwecke verwendet werden und ist die beste Hilfsmaschine beim Aufbau der Ramme. Mit der Dampfwinde richtet man das Rammengerüst auf, zieht am Gerüst den Mäkler hoch und setzt den Bär ein. Auf diese Weise wickelt sich die Aufstellung einer Ramme von 25 bis 40 t Eigengewicht in wenigen Tagen ab.

Auf die besondere Leistungsfähigkeit der Rammenkessel sei noch hingewiesen. Bei schlechtem „Ziehen" der Pfähle muß unaufhörlich geschlagen werden. Der Kessel, der anfangs im Dampf- und Wasserraum eine gewisse Dampfmenge aufgespeichert enthält, muß nachher den starken Dampfverbrauch des Bärs durch kräftige Verdampfung wettmachen. 50 kg Dampf auf 1 m² Heizfläche sind als zeitweilige Beanspruchung nichts Ungewöhnliches und werden bei entsprechender Bedienung auch ohne Schwierigkeiten erzielt. Eine mäßige Überhitzung durch eine im Rauchrohr angeordnete Rohrschlange schützt vor Kondensationsverlusten in der Dampfzuführung zum Rammbär.

Für diese Zuleitung wird entweder ein Metallschlauch oder ein Gelenkrohr benutzt. Die früher gebräuchlichen Gummischläuche mit Panzerung aus Drahtgeflecht sind für Sattdampf brauchbar, widerstehen jedoch trotz Asbesteinlage dem überhitzten Dampf nicht in dem Maße wie metallische Leitungen. Als eine Kriegsfolge ist die Wiederbelebung der von früher her bekannten Gelenkrohre zu betrachten, deren Gelenke nach dem Grundsatz der Cardanischen Aufhängung ausgebildet sind. Sie sind unempfindlicher als die Metallschläuche, die durch Unvorsichtigkeit leicht beschädigt werden können, und haben sich daher in den letzten Jahren wieder eingebürgert. Da der Bär sich am Mäkler auf und ab bewegt, muß ein Teil der Zuleitung dieser Bewegung folgen. Die vom Bär herrührenden Schläge ziehen sämtliche Teile der Ramme mehr oder weniger in Mitleidenschaft, am meisten die an den Bär angeschlossene Dampfzuleitung. Um Schäden hieran zu verhüten, müssen die Erschütterungen in ihr möglichst nahe am Entstehungsort unschädlich gemacht werden. Zu diesem Zweck wird der Dampfschlauch oder das Gelenkrohr wenige Meter vom Bär entfernt an einem Seil befestigt. Infolge der Länge des Seils hat der Aufhängepunkt eine gewisse Elastizität und dämpft die Erschütterungen, so daß sie sich nur noch in geringem Maße in der weiteren Zuleitung fortpflanzen. Es gilt nun, den Aufhängepunkt stets gleichlaufend mit dem Bär zu bewegen, damit die Zuleitung nicht gezerrt wird. Die beiden Trommeln für das Schlauchseil und das Bärseil werden deshalb beim Hubvorgange gekuppelt, während die Abwärtsbewegung, die beim Rammen nach Maßgabe des Eindringens des Pfahles erfolgt, durch Bremsen geregelt wird. Die Vorrichtung arbeitet selbsttätig und schützt den empfindlichsten Teil der Ramme, die Dampfzuleitung, vor Schäden durch falsche Bedienung.

Abb. 1. Dampfdrehramme.

Krane.

Baggerkrane.

Wo im Baubetriebe Lasten zu heben oder zu befördern sind, spielt der Dampfkran eine Rolle. Den verschiedenen Verwendungszwecken entsprechend haben sich mehrere Bauarten von Dampfkranen entwickelt, als deren wichtigste zwei herausgegriffen werden sollen: der Baggerkran und der Lokomotivkran. Der Baggerkran ist eine typische Baumaschine, auf Breitspur leicht und dennoch standfest gebaut, bequem zerlegbar, rasch aufzubauen und von großer Betriebsicherheit und Leistungsfähigkeit. Abb. 2 stellt einen Baggerkran mit Vierseilgreifer der Maschinen- und Kranbau Aktiengesellschaft, Düsseldorf, dar.

Durch die Bauart des Greifers ist der Kran zum Baggern von gewachsenem Boden befähigt und fördert außer Mutterboden, Sand und leichtem Kies auch Geröll, Ton und schweren Lehm. Besonders gut eignet er sich auch für Unterwasserarbeit. Die Greiferschneiden sind mit starken Zähnen aus Dreikantstahl bewehrt, je ein kurzer meißelförmiger mit einem langen spitzen abwechselnd. So entsteht ein scharfes Gebiß. Beim Aufsetzen gräbt sich der Greifer hiermit in den Boden ein und füllt sich auch in grobem Kies und Geröll, indem die Zähne in die Zwischenräume der Gesteinbrocken eindringen. Das Innere der Schalen ist frei von Rippen oder ähnlichen Verstärkungen, die das Festhaften des Bodens beim Ausschütten begünstigen könnten. Ein mehrsträngiger Flaschenzug dient zum Schließen des Greifers. Die Schließseile sind nach oben durch Seildüsen hindurchgeführt und mit lösbaren Schäkeln an die Hubseile des Kranes angeschlossen. Wird der Greifer abgehängt, um gegen einen Kranhaken ausgewechselt zu werden, so bleiben die Schließseile am Greifer. Der Übergang vom Greifer- zum Hakenbetrieb und umgekehrt läßt sich daher in ganz kurzer Zeit bewerkstelligen. Am Greiferkopf sind die Entleerungsseile befestigt, in denen der Greifer hängt, wenn er geöffnet ist, also in der Stellung, die Abb. 2 zeigt. Sämtliche Seilpaare haben Rechts- und Linksschlag, wodurch dem lästigen Bestreben des Greifers, sich unter der Wirkung des Seildralles zu drehen, mit Erfolg begegnet wird.

Zum Betriebe eines Vierseilgreifers gehört ein Windwerk mit zwei Trommeln. Auf die eine Trommel wickeln sich die Hubseile; die am Greiferkopf befestigten Entleerungsseile werden von der andern aufgenommen. Ist nun, wie bei der hier beschriebenen Kranart, eine geeignete Kuppelvorrichtung zwischen den beiden Trommeln vorhanden, so lassen sich die Bewegungen des Greifer-Öffnens und -Schließens in jeder beliebigen Höhenlage ausführen, und man kann den Greifer nach Bedarf in geschlossenem oder geöffnetem Zustand heben und senken. Hiermit ergeben sich gegenüber dem Einseilgreiferbetrieb eine Anzahl Vorteile. Die Ausschütthöhe kann bei jedem Hube dem Bedürfnis angepaßt werden, weil der Vorgang des Greifer-Öffnens nicht an eine in bestimmter Höhe angebrachte Auslösevorrichtung gebunden ist. Hat sich der Greifer nicht hinreichend gefüllt, so läßt er sich ohne Aufenthalt zu neuem Griffe öffnen und auf das Fördergut aufsetzen. Zuweilen bietet ein Baumstamm, Felsstück oder dergl. Anlaß, daß sich der Greifer festbeißt. Bei Unterwasserarbeit mit einem Einkettengreifer ist das ein zeitraubender Zwischenfall. Beim Vierseilgreifer des hier beschriebenen Baggerkranes bedarf es zum Lösen nur einer Hebelbewegung vom Führerstand aus. Ein großer Vorzug des Vierseilgreifers ist die Sicherheit, die seine vier Seile gegen Seilbruch und dadurch drohenden Absturz bieten. Schiffe z. B. sollte man stets mit Vierseilgreifern ausladen.

Auf dem rückseitigen Ende des Kranoberwagens ist, als Gegengewicht wirkend, der stehende Quersiedekessel angeordnet. Mit geschweißter Feuerbüchse, tiefem Feuerraum, reichlichem Wasser- und Dampfinhalt und einer dem Baubetriebe angepaßten Ausrüstung stellt der Kessel an die Bedienung nur geringe An-

forderungen. Sein Rauchrohr enthält die zylindrisch gewundene Überhitzerschlange, die einen doppelten Zweck erfüllt: den dampfberührten Teil des Rauchrohres vor der Wirkung der Feuergase zu schützen und den Dampf zu überhitzen.

Krane der beschriebenen Art werden mit einer Tragkraft von 2,5 bis 5 t geliefert und mit einer Ausladung von 7,5 bis 14 m. Der Inhalt der zugehörigen Baggergreifer liegt zwischen 0,4 und 1,0 m^3. Die Arbeitsgeschwindigkeiten der drei Kranbewegungen sind so groß, daß 40 bis 50 Kranspiele in 1 h gemacht werden können, wobei der gebaggerte Boden in Muldenkipper geladen oder seitlich abgesetzt wird. Hieraus ergibt sich eine Baggerleistung zwischen 16 und 50 m^3/h, je nach der Größe des Gerätes, Bodenbeschaffenheit und Kranspiel.

Lokomotivkrane.

Vom Baggerkran in Zweck und Ausführung recht verschieden ist der Lokomotiv-Dampfkran. Er dient teils nach Art einer Lokomotive zur Beförderung von Eisenbahnwagen, teils als Kran zu ihrer Entladung. Wo normalspurige Gleise liegen und Einzel- oder Massengüter gestapelt und umgeschlagen werden, findet der Lokomotivkran sein Arbeitsfeld. Im Vergleich zum Baggerkran ist er von gedrängter Bauart. Einfahrten und Unterführungen, in denen nur das Eisenbahn-Durchgangsprofil zur Verfügung steht, kann er durchfahren und in schmalen Gassen zwischen Parallelgleisen arbeiten, ohne beim Drehen mit dem Kranhause anzustoßen. Zug- und Stoßvorrichtungen entsprechen den Bestimmungen der Staatsbahn. Die Laufräder haben Bandagen aus Walzstahl; das ganze Fahrwerk ist kräftig, den Anforderungen des Rangierbetriebes entsprechend ausgebildet.

Eine Besonderheit dieser Kranart ist der mit Maschinenkraft verstellbare Ausleger. Zum Durchfahren des Eisenbahn-Durchgangsprofils muß der Ausleger der Profilhöhe entsprechend gesenkt werden. Der Kran hat hierbei seine größte Ausladung, aus Gründen der Standfestigkeit jedoch seine geringste Tragkraft. Wird der Ausleger eingezogen, so verringert sich die Ausladung, während sich die Tragkraft entsprechend bis zu der Grenze vergrößert, die durch die Zugkraft der Kranwinde gegeben ist. Der Ausleger wird durch ein Seilwindwerk verstellt, das durch seinen Antrieb mittels selbsthemmender Schnecke die erforderliche Sicherheit gegen Herabfallen des Auslegers bietet.

Außer den bereits genannten Getrieben zum Fahren und Auslegerverstellen hat der Kran ein Hub- und ein Drehwerk. Kommen ausschließlich Einzellasten vor, so wird das Hubwerk als Eintrommelwinde ausgeführt; in allen sonstigen Fällen empfiehlt sich die Einrichtung als Greiferwindwerk, zum wahlweisen Anhängen eines Vierseilgreifers oder eines Kranhakens. In dieser Form entspricht der Kran so ziemlich allen Anforderungen, die auf einer Baustelle an ihn herantreten können. Hausteine, Ziegel, Pfähle, Bauholz, Träger und Moniereisen lassen sich damit ebenso gut laden wie Sand, Kies, Kalk und Kohlen. Im Bedarfsfalle können mit dem Kran auch kleine Baggerarbeiten ausgeführt werden. Es handelt sich also um ein Gerät von vielseitiger Verwendbarkeit. Diese Kranart wird von der Maschinen- und Kranbau Aktiengesellschaft, Düsseldorf, in drei Größen hergestellt, mit einer größten Tragfähigkeit von 4000, 6000 und 10 000 kg. Der 6 t-Kran stellt das gebräuchlichste Modell dar. Man kann damit 2 bis 3 beladene oder 8 bis 10 leere Eisenbahnwagen verschieben und Einzellasten von 2000 kg bei 9 m Ausladung bzw. von 6000 kg bei 4,5 m Ausladung heben. Zum Umschlag von Kohlen wird ein Vierseilgreifer von 1,5 m^3 Inhalt benutzt; der Kiesgreifer erhält 0,9 und der Baggergreifer 0,5 m^3 Inhalt. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt in voller Fahrt etwa 8 km/h.

Abb. 2. Baggerkran mit Vierseilgreifer.

Um die Beförderung von einer Baustelle zur andern zu erleichtern, hat man auch bei dieser Kranart auf leichte Zerlegbarkeit und Transportfähigkeit geachtet. Die Räume für den Ballast sind als Blechkästen ausgebildet, die mit Masseln, Lochputzen und dergl. gefüllt werden. Kessel, Schutzhaus und Ausleger lassen sich leicht abnehmen und wieder anbringen. Ober- und Unterwagen werden auf der Bahn zusammengebaut verladen und können mit Hilfsmitteln, die sich auf jeder Baustelle finden, vom Waggon herunter auf das Gleis gebracht werden. Der Aufbau eines solchen Krans ist infolgedessen in wenigen Tagen ausführbar. [A 358]

Die Verwendung der Lokomobile im Bauwesen.

Von Dr.-Ing. O. Kölsch, Mannheim.

Die technischen Fortschritte bringen die Leistungen der Lokomobile von den 70er Jahren bis heute von $2^1/_2$ auf 1 250 PS_e unter steter Herabsetzung des spezifischen Dampfverbrauches. An der Hand von Beispielen wird gezeigt, wie im Laufe der Jahre das Anwendungsgebiet von Lokomobilen immer größer wird. Die Verwendung der Lokomobile ermöglicht erst den Baubetrieb auf wirtschaftliche Weise. Die Lokomobile als Selbstfahrer und Lastenförderer wird zur Universalmaschine und bietet weitere Möglichkeiten, die Leistung des Baubetriebes zu steigern.

Entwicklung der Lokomobile.

Die Lokomobile war ursprünglich gedacht als Maschine für rein landwirtschaftliche Zwecke, wobei völlige Anspruchslosigkeit, leichtes Gewicht, bequeme Bedienung und gute Ortverschieblichkeit die Hauptbedingungen für ihren konstruktiven Aufbau bildeten. Seitdem für das Bauwesen ähnliche Forderungen gelten, griff man auch bald hier zu dieser brauchbaren Hilfsmaschine, und zwar in allen Teilen des Bauwesens im engeren und weiteren Sinne. Im engeren Sinne läßt sich hierunter verstehen das Herstellen von Wohn- und Geschäftshäusern, von Schienenwegen, Tunneln, Brücken, Untergrundbahnen, Schächten, ferner Druckluftgründungen, Baggerei, Kanalisation und Bohrbetrieb; als Bauwesen im weiteren Sinne kann der Betrieb von Sägewerken, Ziegeleien, Zementwerken, Steinbrüchen mit Drahtseilbahnen usw. aufgefaßt werden. Sie alle bedienen sich der Lokomobile, nachdem sie ihre Brauchbarkeit erkannt haben. Neben der Entwicklung der landwirtschaftlichen Betriebe, die die kleinen Lokomobilen befruchtete, hängt der Werdegang der kleinen und mittleren Lokomobilengrößen in Deutschland auch eng zusammen mit dem technischen Ausbau der Arbeitsverfahren der Baubetriebe.

In den 70er Jahren baute man in Deutschland die Lokomobile mit dem bekannten Lokomotivkessel in Größen von $2\frac{1}{2}$ PS bei 4 at Betriebsdampfdruck und sehr mäßigen Drehzahlen. Schon im Jahre 1891 — ich nehme hier die Zahlen und Unterlagen der Firma Heinrich Lanz, die mir zugänglich sind — wurden bei 8 at Maschinenleistungen von 50 PS erreicht. Im Jahre 1895 ist man mit Verbundwirkung und ausziehbarem Röhrenkessel auf Tragfüßen bei Leistungen von 200 PS angelangt, 1900 schließlich bei 260 PS Normalleistung und 460 PS Höchstleistung, während man heute bequem Lokomobilen von 1000 bis 1250 PS_e Normalleistung bei 180 Uml./min und 12 bis 15 at Dampfüberdruck sowie 350 °C Überhitzung herstellt. Mit der Steigerung der Dampfdrücke und der Leistungen kam man von der Einzylinder-Auspuff-Schiebermaschine allmählich auf die Zweizylinder-Verbundmaschine mit Schiebersteuerung, sodann bei Einführung des Heißdampfbetriebes sowohl auf Einzylinder-, als auch auf Verbundmaschinen mit Ventilsteuerung. Gerade die Einführung der Ventilsteuerung hat es ermöglicht, daß sowohl die Überhitzung des Dampfes an die durch die Güte des Öles gezogene Grenze herangerückt, als auch die Leistung der Lokomobile zu den heutigen Größen gesteigert und dabei so hohe Umlaufzahlen gewählt

werden konnten, daß sehr gedrängt gebaute, wirtschaftlich arbeitende leichte Maschinen möglich sind, so daß trotz der großen Leistung die Lokomobile immer noch eine ortbewegliche Maschine bleibt, wie es ihr Name besagt.

Der Fortschritt in wirtschaftlicher Beziehung während dieses Werdeganges geht sinnfällig aus Abb. 1 hervor, bei der auf der Abszissenachse die Jahreszahlen seit 1884 und auf der Ordinatenachse der Dampfverbrauch für 1 PS_eh in den einzelnen Jahren erscheint, und zwar 1) bei der Einzylindermaschine (obere Kurve), 2) bei der Verbund-Auspuffmaschine (mittlere Kurve), 3) bei der Verbund-Kondensationsmaschine (untere Kurve).

Bis zum Jahre 1904 liefen alle mit Sattdampf und waren mit Schiebersteuerung ausgerüstet. Dabei gelang es, bei allen drei Bauarten durch fortwährende wärmetechnische und konstruktive Verbesserungen an Feuerung, Kessel und Maschine, den Dampfverbrauch dauernd zu ermäßigen, und zwar[1])

bei 1) von 14,4 kg/PS_e auf 11,2 kg/PS_e
„ 2) „ 12,2 „ „ 9,3 „
„ 3) „ 8,75 „ „ 6,7 „

Das Jahr 1904 war ein Wendepunkt. Die Erkenntnis, daß der überhitzte Dampf der Lokomobile Vorteile bringen muß, brach sich Bahn und die Verbrauchzahlen sanken sogleich, selbst bei der zunächst noch seltenen Anwendung des Heißdampfes

bei 1) auf 10,0 kg/PS_e
„ 2) „ 8,4 „
und „ 3) „ 5,8 „

Gemessen an der Entwicklung seit 1885 war dies ein Riesenschritt nach vorwärts.

Heißdampf und Schiebersteuerung, besonders solche mit Flach- und Halbrundschieber, vertrugen sich schlecht. Als notwendige Folge mußte ein weiterer Schritt getan werden. Und dieser erfolgte 1906 durch Einführen der oben erwähnten Ventilsteuerung im Lokomobilbau. Nunmehr waren alle Hemmnisse für den Bau größter und wirtschaftlichst arbeitender Lokomobilen gefallen. In rascher Entwicklungsfolge stieg die Leistung auf 1000 bis 1250 PS_e, die Überhitzung des Dampfes auf 350 bis 375 °C, die im Ventilzylinder ohne geringste Störung im Dauerbetrieb gehalten werden kann, und die Verbrauchzahlen sanken

bei 1) von 10 kg/PS_e auf 7,2 kg/PS_e
„ 2) „ 8,4 „ „ 6,2 „
und „ 3) „ 5,8 „ „ 4,3 „

Nachdem neuerdings dem Höchstdruckbetrieb das Wort geredet wird, soll der Vollständigkeit halber nicht unerwähnt bleiben, daß schon im Jahre 1909 eine Ventillokomobile mit 30 at Dampfspannung und 450 °C Dampfüberhitzung mit einem erstaunlich niedrigen Dampfverbrauch geraume Zeit hindurch in den Mannheimer Werkstätten des Erbauers lief. Bei diesen Versuchen gewann man jedoch schon damals die Überzeugung, daß der Erfolg mit viel zu teueren Mitteln erkauft werden muß. Man ließ es dabei bewenden, hatte aber durch diese weitgehende Zielüberschreitung grundlegende Erkenntnisse für eine weitere Zukunft gewonnen, die sich in den dauernd sinkenden Endästen der drei Kurven in Abb. 1 wiederspiegeln.

Zahlentafel 1 gibt eine durch Stichproben ermittelte Übersicht über das Leistungsgebiet, für das Lokomobilen gebaut werden, mit Leistung, Drehzahl, Gewicht, Preis, Kohlen- und Wasserverbrauch usw. Sie gestattet für alle vorkommenden Fälle, die Tageskosten für den Betrieb überschlägig zu berechnen.

Die Lokomobile als fahrbare Kraftmaschine.

Noch vor einem Menschenalter sah man bei den Bauten die Lokomobilen im allgemeinen nur in der Form von kleinen Maschinen mit stehenden Kesseln, die mit einer Bauwinde auf gemeinsamem Rahmen gebaut waren. Diese Rahmen standen auf Rädern. Damit hatte man die Möglichkeit, am Flaschenzug Lasten nach höheren Stockwerken zu ziehen, oder aber bei Pfahlgründungen eine Ramme zu betätigen. Diese Bauwinde mußte naturgemäß unmittelbar auf dem Baugelände stehen; sie war in ihrer Beweglichkeit und damit in ihrer allgemeinen Verwendbarkeit verhältnismäßig unbeholfen, genügte aber, wie die große Anzahl verwendeter Maschinen zeigt, allen damaligen Anforderungen.

In neuerer Zeit tritt an ihre Stelle auch eine Abart, bei der die umsteuerbare Maschine auf einem geschlossenen widerstandsfähigen Rahmen sitzt, der auf den Stehblechen des Kessels verschraubt ist. Ist der Kessel am Bauort selbst hinderlich, oder darf er z. B. wegen Feuersgefahr, wie dies bei Petroleum- und Gasbohrungen vorkommt, nur in angemessener Entfernung von der Baustelle bleiben, so wird die Maschine mitsamt Rahmen mit Hilfe einfacher Hebebäume vom Kessel abgehoben, auf ein vorläufig erbautes Holzfundament gesetzt und eine Dampfleitung nach dem entfernt stehenden Kessel gelegt. Für derartige besondere Fälle ist diese Maschine sehr zweckdienlich.

Abb. 1. Entwicklung des Dampfverbrauches der Lokomobilen in kg/PS_eh seit 1884.

Mit dem Steigen der Löhne auf dem Baumarkt mußten schließlich auch die Bauunternehmungen, wenn sie den Wettbewerb erfolgreich bestehen wollten, dazu übergehen, das im allgemeinen nur handwerksmäßig betriebene Gewerbe soweit dem Fabrikbetrieb anzupassen, als es seine Eigenart überhaupt zuließ. Arbeiter sparende Hilfsmaschinen jeglicher Art erstanden, zu deren Betätigung die Lokomobile in ihrer neuzeitlichen Form die besten Dienste leistet. Aus der Praxis bildeten sich eine Menge Sonderausführungen heraus, die die Lokomobile in unmittelbaren Zusammenbau mit irgend einer derartigen Hilfsmaschine bringen, sei es mit einer Kreiselpumpe, die für die Wasserhaltung in den Baugruben zu sorgen hat[2]), sei es mit einem Kompressor, der die Druckluft für Druckluftgründungen, für Bohrarbeiten, zum Betrieb von Mammutpumpen oder Druckluft-Lokomotiven liefert, oder sei es mit einer Dynamomaschine nebst Schalttafel, deren Strom die Beleuchtung bei

[1]) Es sind Maschinen mittlerer Größe zugrunde gelegt.

[2]) Vergl. Z. Bd. 65 (1921) S. 179.

Zahlentafel 1.

Dauerleistung in PS_e	Auspuff (a) oder Kondensation (k)	Fahrbar (f) oder ortfest (st)	Zylinderzahl	Uml./min	Gewicht mit Blechkamin t	Speisewasserverbrauch bei Dauerleistung in l/h	Kohlenverbrauch bei Dauerleistung in kg/h	Lager-/Zylinder-Ölverbrauch in kg/10 h	Maschinenpreis bezogen auf 1 PS_e in M/PS_e
20	a	f	1	210	3,85	250	26,5	0,35/0,25	365
50	a	f	1	200	7,30	560	64	0,65/0,45	270
125	k	f	2	200	17,10	750	85	1,8/1,2	215
200	k	st	2	200	26,78	850	115	1,4/1,2	192
					Mauerkamin oder Saugzug				
500	k	st	2	170	62,5	2400	270	2,2/1,9	167
1000	k	st	2	167	120,4	4550	550	3,1/2,7	142

Tunnelbauten oder für die Nachtschicht ermöglicht. Derartige Sonderausführungen sind immer da angebracht, wo sie in ausreichendem Maße verwendet werden können. In vielen Fällen kommt man jedoch auch mit der gewöhnlichen marktgängigen Lokomobile aus. Hier kann diese sogar vorteilhafter sein, weil die Kreiselpumpe entsprechend der tiefen Lage des Grundwasserspiegels in die Baugrube hineingesetzt werden kann.

Verteilt sich die Baustelle auf ein Gelände von größerer Ausdehnung, so daß zu gleicher Zeit eine größere Anzahl von Hilfsmaschinen an mehreren Stellen arbeiten muß, dann geht man von den Sonderausführungen ab und baut eine Hauptanlage zur Erzeugung von elektrischer Kraft, die sich bequem zu den kleinen Antriebmotoren der Hilfsmaschinen leiten läßt. Sie braucht nicht unmittelbar in den Bau selbst hereingerückt zu werden, wo im allgemeinen auch kein Platz hierfür vorhanden ist, sondern steht ohne Fundament abseits in einem mit den einfachsten Mitteln, also ohne nennenswerte Kosten erbauten Schuppen. Hier tritt ihre unbedingte Anspruchlosigkeit und ihre Anpassung an jegliche Verhältnisse zutage. Sie wird durch einen angelernten Arbeiter bedient. Als Brennstoff können Abfallholz, Kohle, Torf oder sonstige minderwertige Brennstoffe verwendet werden. Regen und Wind in dem offenen Bauschuppen schaden ihr nichts.

Nun sei noch einer weiteren sehr beachtenswerten Anwendung der Lokomobile im Baubetrieb gedacht, wobei Lokomobile und Bagger derart über dem Wasser zusammengebaut sind, daß anfahrende, mit Baggergut beladene Kähne unmittelbar entleert werden können. Auch in diesem Falle sorgt die Lokomobile nebenher für die Erzeugung der nötigen Beleuchtung, um Tag- und Nachtbetrieb zu gewährleisten, und ein Teil ihres Abdampfes heizt die dicht neben der Maschine stehende Mannschaftsstube.

Der stete Drang nach vorwärts führt den Konstrukteur über das bisher Erzeugte hinaus zur weiteren Vervollkommnung des Maschinenparkes der Baubetriebe; so finden wir neuerdings die Lokomobile als fertig vom Erzeuger bezogenes Erzeugnis eingebaut in Schwimmbagger. Durch ihre gedrängte Bauart ist sie hierfür geradezu wie geschaffen.

Die am weitesten ausgedehnten Baustellen sind bei Kanal-, Bahn- und Tunnelbauten vorhanden. Hier sind neuerdings zentrale Kraftanlagen, bei denen die Lokomobile die verlangte Antriebkraft liefert und alle Hilfsmaschinen mit elektrischem Strom versieht, nicht zu umgehen. Ein Beispiel hierfür ist die Betriebskraftanlage beim Bau des Königstuhltunnels in Heidelberg, wo eine 95- bis 145pferdige Heißdampf-Verbund-Ventillokomobile der Firma Heinrich Lanz, die auf dem Baugelände in einem äußerst einfachen Riegelwandschuppen ohne besonderes Fundament untergebracht war, arbeitete. Sie trieb einen Druckluftkompressor, einen Ventilator und eine Dynamomaschine an, lieferte also die Druckluft zum Bohren vor Ort, die Luft zur Bewetterung des Tunnels und den Strom zur Tag- und Nachtbeleuchtung der ganzen Baustelle. Der Tunnel selbst wurde während des Baues mit einer feuerlosen Stollenlokomotive befahren, wobei die Lokomobile zeitweise den Dampf zum Auffüllen dieser Lokomotive liefern mußte. Neben ihrer weitgehenden Vielseitigkeit bewies die Lokomobile hier ihre unbedingte Zuverlässigkeit, indem sie ohne Störung in drei Jahren 18 000 Betriebstunden arbeitete, und zwar größtenteils in ununterbrochenem Tag- und Nachtbetrieb, ohne daß weder Kessel noch Maschine irgendwelchen Schaden zeigten. Die Lokomobile unterstützte also den Baubetrieb in geradezu vorbildlicher Weise. Man bedenke nur, daß als Speisewasser für den Kessel jahrelang das zunächst erhältliche beliebige Brunnen-, Bach- oder Teichwasser verwendet wird, um dessen Reinigung man sich, da die ganze Anlage als vorläufige Einrichtung aufgestellt ist, nicht kümmern kann, daß zur Bedienung der Lokomobile irgend ein angeworbener Maschinist, dessen Eigenschaften sich nicht nachprüfen lassen, verwendet wird und daß der Baubetrieb trotzdem seinen stetigen ununterbrochenen Fortgang nehmen muß.

Man könnte nun einwenden, daß an Bauorten, in deren Nähe elektrischer Strom in genügender Menge zu beziehen ist, die Aufstellung einer selbständigen Lokomobile oder Lokomobilzentrale überflüssig sei. Die Erfahrung lehrt jedoch, daß der Bauunternehmer seinen Vorteil darin findet, wenn er die am Bauplatz erforderliche Energie selbst erzeugt. Als Beispiel hierfür sei der Bau des Leipziger Hauptbahnhofs genannt. Obwohl dieser mitten in der Stadt liegt und von allen Seiten mit elektrischen Zuleitungen versehen ist, zog es die Baufirma vor, an der Baustelle drei größere Lokomobilen als Kraftwerk aufzustellen.

Die Zuversicht, sich auf seine Hilfsmittel jederzeit wirklich verlassen zu können, ermutigt den Bauingenieur zu noch weitergehender Inanspruchnahme der Lokomobile. Sie ermöglicht es ihm, in völlig unwirtschaftlichen und unkultivierten Gegenden Bauten jeder Art aufzuführen und sie in Zeiträumen fertigzustellen, die früher undenkbar waren. Ein Beispiel hierfür ist das elektrische Kraftwerk Belemedik am Westeingang des Taurustunnels, eine der vielen einander ähnlichen Baustellen der anatolischen Bahn. Das Werk enthält vier Lanzsche Heißdampf-Ventillokomobilen von je 170 bis 235 PS Leistung, die auf eigens hergestellten Radsätzen an Ort und Stelle gebracht wurden. Sie vermag nahezu 1000 PS elektrische Kraft zu liefern. Erst durch den Bau solcher Großkraftwerke in Gegenden, in denen die Beförderung schwerer Teile auf unüberwindliche Hindernisse stößt, gelang es, dort die Ingenieurbauten in einem europäischen Verhältnissen entsprechenden Zeitmaß zu fördern. Hier ist die Lokomobile in ihrer vollkommenen Anspruchslosigkeit, ihren geringen Abmessungen und ihren verhältnismäßig kleinen Teilen die wahre Bahnbrecherin der Kultur.

Der Vergrößerung der Kraftanlage ist keine Grenze gesetzt, da jederzeit eine weitere Maschine hinzugefügt werden kann. Man wird natürlich tunlichst große Maschineneinheiten nehmen, doch ist durch die Beförderungsmöglichkeit eine Grenze gesetzt. Die Größe der einzelnen Maschine wird so gewählt, daß der schwerste Teil sich mit den an Ort und Stelle vorhandenen Mitteln eben noch befördern läßt.

Abb. 2.
Selbstfahrer-Lokomobile in unebenem Gelände.

Die Lokomobile als Selbstfahrer und Lastenförderer.

Vielfach kamen und kommen auch heute noch bei Ingenieurbauten in entlegenen Gegenden und Ländern als Zugtiere Pferde oder Ochsen in Betracht, die die schweren Frachten über Berg und Tal ziehen müssen. Je größer die Zahl der Zugtiere war, um so mehr Wärter und um so mehr Futter wurden benötigt. Diese schwerfällige Beförderungsart drängte von selbst zur Anwendung von Maschinenkraft. Als Beispiel sei hier ein Maschinentransport beim Bau der anatolischen Bahn gebracht. Es lag nichts näher, als wiederum zur Lokomobile zu greifen, und zwar diesmal zu dem Selbstfahrer, der jeder Unebenheit des Weges gewachsen war und auf dem Markt in den verschiedensten Größen von 10 bis etwa 70 PS Dauerleistung erscheint. Abb. 2 zeigt, was hinsichtlich Überwindung von Geländeschwierigkeiten einer Dampfzugmaschine zugemutet werden kann. Diese Lokomobilen sind nicht nur in der Lage, bei Arbeiten in unwirtlichen Gebieten die schwersten Lasten, seien es die arbeitenden Mannschaften selbst, seien es Hilfsmaschinen oder Baustoffe, mit 6 km/h herbeizuschaffen, und zwar über Böden jeglicher Beschaffenheit mit oder ohne Straßen, sondern sie können auch im Baubetrieb unmittelbar mitwirken. Die neuzeitliche Dampfzuglokomobile kann auf der Straße mit mindestens zwei verschiedenen Geschwindigkeiten laufen. Ihre Geschwindigkeit wird sowohl beim Fahren als auch beim Arbeiten als stehende Antriebmaschine durch einen Geschwindigkeitsregler innerhalb der engsten Drehzahlschwankungen geregelt.

Hierzu eignet sich wieder am besten die Ventillokomobile mit Achsenregler. Sie ist deshalb befähigt, alle die früher erwähnten Hilfsmaschinen einschließlich der für Drehzahlschwankungen empfindlichen Dynamomaschinen auf der Baustelle unmittelbar anzutreiben. Arbeitet sie als Beförderungsmittel und es sind Zugleistungen zu vollbringen, die in der gewöhnlichen Vor- oder Rückwärtsfahrt nicht zu leisten sind, dann tritt die angebaute Seilwinde in Tätigkeit, mit der nötigenfalls durch Zwischenschalten eines entsprechenden Flaschenzuges jede praktisch irgendwie vorkommende Zugkraft ausgeübt werden kann.

Ausblick.

Somit zeigt sich die Dampfzuglokomobile als eine Universalmaschine, wie sie der Baubetrieb sich nicht besser wünschen kann. Daß bei uns diese Maschine heute noch nicht so verbreitet ist, wie sie es verdient, liegt an den überaus scharfen und ungerechtfertigten Bedingungen der Straßenbaubehörden. Es ist in neuerer Zeit der Lokomobilindustrie gelungen, auch hier eine Bresche zu legen und Maschinen herauszubringen, die sicher nicht mehr beanstandet werden können. Man bleibt, um ein Beispiel zu nennen, bei einer Maschine, die im Dauerbetriebe etwa 25 PS leistet, durch Anwendung von Heißdampf und Ventilsteuerung mit dem Gesamtgewicht unter 8 t, wovon auf die hintere Achse etwa 60 vH kommen, und erreicht auf diese Weise Achsdrücke, die für die meisten Straßen und Brücken zulässig sind. Fernerhin hat man sich durch entsprechende Ausbildung der Radfelgen derart den Straßenwölbungen angepaßt, daß die Zugmaschinen nicht nur auf ihrer Fahrt die Straßen nicht beschädigen, sondern auf Straßen mit ausgefahrenen Spuren sogar wie eine Straßenwalze wirken. Mit dieser Maschine ist auch für den Gebrauch in unserer engeren Heimat dem Baubetrieb ein kostensparendes Hilfsmittel an die Hand gegeben, dessen weiterer Verbreitung nunmehr nichts mehr im Wege stehen dürfte. Erfreulicherweise ist für solche Maschinen die Freizügigkeit schon erteilt worden.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß auch der Baubetrieb im weiteren Sinne, von dem im Eingang dieses Aufsatzes gesprochen wurde, die Vorzüge der Lokomobile sehr weitgehend würdigt. Sägewerke, Ziegeleien, Zementwerke, Steinbrüche usw. benutzen die Lokomobile in großer Zahl als Antriebmaschine. So sind allein von der Firma Lanz im Laufe der Jahre an die holzverarbeitende Industrie, vorwiegend an Sägewerke, 5200 Maschinen aller Größen geliefert worden. Deutlicher als durch solche Zahlen kann nicht dargetan werden, daß die Lokomobile sich diese Industrie nahezu restlos erobert hat.

Die Darlegungen zeigen, daß dem neuzeitlichen Baubetrieb die Lokomobile in ihren drei Grundformen: als fahrbare Maschine, als halb-ortfeste Maschine und als Selbstfahrer ein unentbehrliches Hilfsmittel geworden ist, nachdem die Lokomobilindustrie in rastloser Arbeit ihre Maschinen allen Anforderungen entsprechend durchgebildet hat. [A 432]

Die Druckluft im Baubetriebe.

In einer Vortragsreihe der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen im März d. J.[1]) sprach Dr.-Ing. Hübler, Direktor von Grün & Bilfinger, Mannheim, über die Druckluft im Baubetriebe.

Die Druckluft kann verwendet werden

1) zur Schaffung eines wasserfreien Arbeitsraumes (bei möglichst niedrigem Überdruck, so daß er für den menschlichen Organismus noch erträglich ist),
2) zum Antrieb von Arbeitsmaschinen (bei hohem Überdruck bis zur Verflüssigungsgrenze der Luft),
3) zur Förderung von Stoffen aller Art (bei geringem Überdruck, meist unter 10 at).

Die Taucherglocke findet sehr vorteilhafte Anwendung bei Verbindung einzelner Mauerkörper unter Wasser wie bei Wehrbauten, ferner zur Herrichtung des Bodens unter der Fundamentsohle vor Einbringen des ersten Betons sowie bei Schleusen und Trockendocks. Bei großen Taucherglocken für sehr große Gründungskörper ist jedoch die Homogenität des Baukörpers wegen der Schichtenbildung im Beton nicht in erwünschtem Maße erreicht worden. Die Taucherglocke leistet ferner zur Beseitigung von Hindernissen im Fahrwasser, im Einschnitt eines Schiffsrumpfes geführt, als Taucherschacht gute Dienste. Durch Benutzung des Schiffes selbst als Ballast des Taucherschachtes kann dieser sehr schnell gehoben werden, was bei lebhafter Schiffahrt wichtig ist.

Die Ausbildung des unteren Teiles des künftigen Bauwerkes als Taucherglocke, die verloren gegeben wird, führte zur Druckluftgründung mittels Senkkasten, die sich im wesentlichen in den letzten 50 Jahren entwickelt hat. Die Senkkasten wurden der Grundfläche des zu schaffenden Bauwerkes angepaßt und zunächst aus Eisen, aber auch aus Holz, in neuerer Zeit vielfach aus Eisenbeton hergestellt. Die Herstellung der Senkkasten aus Eisenbeton hat große Vorzüge gezeigt, von denen vor allem die einfache Dichtung des Arbeitsraumes, die große Steifigkeit gegen unerwartete einseitige Beanspruchungen und das Fortfallen des namentlich in abgelegenen Gegenden sehr schwierigen Transportes von Bauteilen, schweren Eisenkonstruktionsstücken u. a. zu nennen ist. Für Kosten und Zeitaufwand einer Druckluftgründung ist Sicherheit und Schnelligkeit der Aushubförderung von größter Bedeutung. In neuerer Zeit werden die 1876 von P. Bilfinger angegebenen „Materialhosen" allgemein angewendet. Um das Ausschleusen des Aushubes, wozu meist besondere Materialschleusen vorgesehen werden, zu vermeiden, sind auch Strahlpumpen benutzt worden, die den Boden mit Druckluft und Wasser gemischt durch ein offenes Rohr ins Freie befördern. Dabei entstehen jedoch die Nachteile, daß die starke Luftentnahme aus dem Senkkasten einmal eine Ausdehnung der übrigen Luft und Nebelbildung, ferner eine Belästigung bzw. gesundheitsschädigende Wirkung für die Arbeiter durch stärkere Druckschwankungen verursacht, wogegen es vollkommene Abhilfemittel noch nicht gibt. Alle Verschlüsse des mit Druckluft gefüllten Raumes sollen so gebaut sein, daß sie entweder durch den Luftdruck selbst geschlossen werden, oder das ungewollte Öffnen ausgeschlossen ist, um Unglücksfälle durch Entweichen von Druckluft zu verhüten. Die Rücksicht auf die Sicherheit und die Leistungsfähigkeit des menschlichen Organismus spielt überhaupt bei der Druckluftgründung eine große Rolle, sie ist schließlich entscheidend für die mit diesem Verfahren erreichbare Gründungstiefe. Die Grenze liegt erfahrungsgemäß bei 20 bis 25 m. Über 25 m hinaus muß die Arbeitszeit auf etwa 1 h verkürzt werden, was die Wirtschaftlichkeit der Arbeit natürlich sehr beeinträchtigt, über 30 m Überdruck muß als lebensgefährlich bezeichnet werden. Wichtig ist allmähliches Steigern des Überdruckes, langsame Gewöhnung an höhere Drücke, Ausscheiden der Ungeeigneten. Viele Erkrankungen, starke Gliederschmerzen u. a. treten durch zu schnelles Ausschleusen auf.

Die Verwendung der Taucherglocke ist besonders in neuerer Zeit auch in wagerechter Richtung als Vortriebschild für Stollen in wasserreichem oder schwimmendem Gebirge und für Unterwassertunnel durchgeführt worden, wobei die vortreibende Kraft durch hydraulische Pressen ausgeübt wird. Schwierigkeiten bietet das plötzliche Ausblasen der Druckluft bei zu geringer Überlagerung oder zerklüftetem Gebirge, wodurch die Arbeiter in dem Arbeitsraum gefährdet werden und vielfach auch der Boden eine starke Aufwühlung erfährt. Für solche Fälle werden Notschleusen meist im First angeordnet. Die Beseitigung dieser Schwierigkeiten, die bisher noch nicht gelungen ist, muß erreicht werden, da der Schildvortrieb für Unterwassertunnel und im schwimmenden Gebirge die einzig mögliche Ausführungsart ist.

Aus dem Gebiet der Anwendung von Druckluft zum Antrieb von Arbeitsmaschinen behandelte der Vortragende die Druckluftstampfer und Hämmer, Bohrwerkzeuge, Bohrschürfmaschinen und Druckluftlokomotiven. Druckluftstampfer bzw. Hämmer werden zum Stampfen von Beton im Erdbau u. a. für Herstellung von Lehmdichtungen in Kanälen, für Abbrucharbeiten, zum Nieten von Eisenkonstruktionen benutzt. Die Bohrwerkzeuge sind entweder Stoßbohrmaschinen, die nach Art des Hebens und Fallenlassens der Brechstange von Hand wirken, oder Schlagbohrmaschinen, die das Handbohren mit Bohrer und Fäustel nachahmen. Ein sehr brauchbares Gerät ist die elektropneumatische Stoßbohrmaschine, bei welcher hin- und hergeschobene Druckluftsäulen als Treibmittel dienen. Sie arbeitet mit 3 at Betriebsdruck und ist wegen des geringen Kraftaufwandes und des elektrischen Antriebs sehr wirtschaftlich und einfach bei hoher Stoßkraft. Die Bohrerschärfmaschinen gestatten das Schärfen der Bohrer durch ungelernte Arbeiter billiger und erheblich genauer als durch Handarbeit. Der Antrieb von Maschinen durch Druckluft ist ein besonderes Erfordernis bei Tunnelbauten, wo die günstige Bewetterung von ausschlaggebender Bedeutung ist. Das gilt namentlich für die Luftverschlechterung durch Lokomotiven. Eine brauchbare Tunnellokomotive ist erst mit Aufnahme hohen Druckes geschaffen worden, der heute 12 bis 15 at beträgt. Die heutigen Druckluftlokomotiven haben sich im Tunnelbau infolge ihrer einfachen und unempfindlichen Bauart und Bedienung sehr gut bewährt.

Die Einrichtungen, die sich der Druckluft zum Fördern von Material bedienen, beruhen darauf, daß trockene, feste Stoffe oder Gemenge von festen Stoffen und Flüssigkeiten befördert werden, einmal weil sie durch Mischung mit Luft spezifisch leichter werden als die äußere Wassersäule, dann aber auch durch die dynamische Wirkung der Luftblasen, die die Stoffe kolbenartig vor sich herdrücken. Die Spülpumpe und in der weiteren Entwicklung die kolbenlosen Druckluftpumpen, sogenannten Mammutpumpen, benutzen diese Wirkung und eignen sich deshalb besonders zum Heben stark verunreinigter Flüssigkeiten. Nachteilig wirkt der starke Verschleiß der eisernen Rohre. Eine besondere Art der Gründung mit Druckluft bildet das Verfahren, Bohrlöcher unter Ziehen der Bohrrohre mit unter Druckluft stehendem Beton auszufüllen, wodurch weicher Boden außerhalb des Bohrloches verdrängt und so Pfähle mit Wulsten von großem Reibungswiderstand und hoher Tragfähigkeit erzielt werden. In weiteren Ausführungen über die Zement- und Betonspritzverfahren wies der Vortragende hin auf die vielseitige, immer mehr in Aufnahme kommende Verwendung des Spritzbetons, auf die durch Versuche der staatlichen Materialprüfungsanstalt nachgewiesene erhebliche Steigerung der Druckfestigkeit gegenüber Stampfbeton, auf die Ersparnis von Schalung, aber auch auf die bis etwa ⅓ der Gesamtspritzmasse erreichenden Verluste beim Rückprall der festen Kies- und Sandkörner sowie auf das Bedenken hinsichtlich der dauernden Widerstandfähigkeit auch gegen Feuchtigkeit und Wärmeschwankung, das erst nach jahrelanger Erfahrung geklärt werden könne, das jedoch, wo es sich, wie bei industriellen Anlagen, um eine Lebensdauer von wenigen Jahrzehnten handelte, nicht zu schwer zu nehmen sei. Nach Dr. Hübler darf auf dem Gebiete der Anwendung der Druckluft im Baubetriebe noch manches erwartet werden, insbesondere ist nicht abzusehen, inwieweit sich der Verwendung von höchstgespannter Druckluft vielleicht in flüssigem Zustande ganz neue Wege öffnen werden. [M 316] Bu.

---

[1]) Vergl. S. 711.

Die Elektrizität im Baubetriebe.

Von F. Kunath, Oberingenieur der Siemens & Halske A.-G.

Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie auf der Baustelle. — Stromzuführung für Lokomotiven und Bagger. — Elektrisch angetriebene Sondermaschinen für den Tiefbau.

Der elektrische Antrieb von Maschinen ist im Baubetriebe erst verhältnismäßig spät eingeführt worden. Namentlich die alten Maschinenmeister und Bauführer, die mit der Dampfmaschine groß geworden waren, waren gewohnt, an diese bei geringster Wartung die größten Ansprüche zu stellen und hatten für die sachgemäße Behandlung eines Elektromotors kein Verständnis. Auch haben die Baufirmen in vielen Fällen keine Veranlassung, die vorhandenen Lokomobilen zum alten Eisen zu werfen und neues Kapital für die Beschaffung von Elektromotoren aufzuwenden, solange die Lokomobilen als Antriebmaschinen den Bedürfnissen des Baues noch leidlich gut entsprechen. Selbst der hohe Kohlenverbrauch der alten Lokomobilen und Lokomotiven wird in Kauf genommen, weil die Maschinen abgeschrieben sind, neue Maschinen mit geringerem Verbrauch an Betriebstoffen aber verzinst und abgeschrieben werden müssen.

Im Laufe der Zeit hat sich aber der elektrische Antrieb auch das große Gebiet der Baumaschinen erobert. Von großem Einfluß war hierbei die Ausbreitung der Stromversorgung durch die Überlandkraftnetze. Bei Neubeschaffung von Baumaschinen kommt daher heute wohl ausnahmslos der elektrische Antrieb zur Anwendung, da die Vorzüge des Elektromotors gegenüber der Dampfmaschine, nämlich sein geringes Gewicht, der geringe Platzbedarf, die ständige Betriebsbereitschaft, die große Überlastbarkeit, der Fortfall der Wasser- und Brennstoffbeschaffung, die Ersparnis an Bedienungsmannschaften und vor allen Dingen die Eigenschaft, stark schwankende Belastungen ohne Änderung der Drehzahl zu vertragen und während des Stillstandes keine Energie zu verbrauchen, ihn gerade für den Baubetrieb mit seinen häufigen kleinen und großen Betriebsunterbrechungen und dem schnell wechselnden Kraftbedarf besonders geeignet machen. Die große Leistungssteigerung der Baumaschinen, namentlich der Bagger, die bis zu 300 PS verbrauchen, wäre ohne Anwendung des elektrischen Antriebes kaum denkbar.

Die Ausbreitung der Überlandnetze in Deutschland macht die Errichtung besonderer Kraftwerke für die Ausführung großer Bauwerke nur ausnahmsweise erforderlich. In den meisten Fällen wird es vielmehr nur notwendig sein, den zur Verfügung stehenden hochgespannten Drehstrom auf die Betriebspannung von 220/380 V herabzusetzen. Für Lokomotivbetrieb muß jedoch der Drehstrom in Gleichstrom von 220 oder 500 V umgeformt werden. Höhere Fahrdrahtspannungen werden nur im Abraumbetriebe verwendet.

Die Transformatoren für Bauzwecke müssen mit Rücksicht auf die Ungleichheit der Spannungen in den Hochspannungsnetzen so eingerichtet sein, daß sie durch Parallelschaltung der Spulen bzw. durch Umschaltung von Stern auf Dreieck für mehrere Oberspannungen verwendet werden können, also z. B. für 10 400, 5200, 6000 und 3000 V oder für 20 000, 10 000 und 5780 V.

Ein Transformator, der für eine höchste Oberspannung von 20 000 V gebaut ist und dessen Hochspannungsspulen aus vier Gruppen für je 5000 V bestehen, läßt sich bei ungleichmäßiger Belastung der Spulen auch für 15 000 V verwenden. Bei dieser Oberspannung werden die obere und untere Spulengruppe hintereinander geschaltet, die beiden mittleren parallel, und diese beiden parallel geschalteten wieder mit den beiden Außenspulen hintereinander. Ein solcher Transformator läßt sich also für die vier Oberspannungen 20 000, 15 000, 10 000 und 5780 V verwenden.

Da für Grubenbahnen mit Rücksicht auf die geringe Fahrdrahthöhe von 1,8 m über Schienenoberkante Niederspannung vorgeschrieben ist, kommt als Fahrdrahtspannung beim Bau von Tunneln für Untergrundbahnen oder bei Stollenbauten für Wasserkraftanlagen auch nur Niederspannung, also Gleichstrom von höchstens 250 V in Frage. Bei großer räumlicher Ausdehnung der Baustelle ist diese niedrige Spannung für den übrigen Lokomotivbetrieb aber zu unwirtschaftlich. Die Anwendung von zwei verschiedenen Spannungen für den Lokomotivbetrieb auf einer Baustelle, nämlich 220 und 500 V, läßt sich daher nicht umgehen. Zum Gleichstrom von 220 und 500 V kommt dann noch, wenn man auf die Umformung des gesamten übrigen Kraftverbrauches der Baumaschinen aus wirtschaftlichen Gründen verzichten muß, Drehstrom von 220/380 V hinzu.

Abb. 1. Umformerwerk für 2 × 220 V für den Bau der Berliner Nord-Süd-Bahn.

Große Bagger, insbesondere Löffelbagger, deren Kraftbedarf zeitweise auf 200 bis 300 PS steigen kann, würden bei einem Betrieb mit Drehstrom von 380 V zu große Querschnitte für die Zuleitung erfordern, und das Zuleitungskabel würde demzufolge zu schwer und zu wenig beweglich werden. Aus diesem Grunde werden so große Bagger mit 3000 V Drehstrom betrieben. Zu den erwähnten Stromarten bzw. Spannungen kommt in solchem Fall also noch eine vierte Betriebsspannung von 3000 V hinzu, so daß, wenn man die Hochspannungsleitung von 10000 oder 20000 V, aus der die betreffende Baustelle versorgt wird, hinzurechnet, bis zu fünf Verteilnetze für die Kraftversorgung auf einer Baustelle vorhanden sind. Daß eine solche elektrische Kraftverteilanlage mit fünf verschiedenen Spannungen nicht gerade einfach zu nennen ist, zumal es sich um einen Baubetrieb handelt, bei dem die Sorgfältigkeit der Ausführung bisweilen zu wünschen läßt, muß auch der eifrigste Verfechter des elektrischen Antriebes zugeben. Trotzdem hat diese „Vielseitigkeit" der Kraftversorgung beim Bau von Anlagen großen Umfanges, wie z. B. der Schwarzenbach-Talsperre in Baden, keine besonderen Schwierigkeiten gezeitigt.

Wird für das Kraftverteilnetz einer Baustelle Gleichstrom von 440 V gewählt, weil vorhandene Motoren ausgenutzt werden sollen oder das öffentliche Versorgungsnetz diese Spannung hat und im Bedarfsfalle für die Stromversorgung der Baustelle als Ersatz herangezogen werden soll, so wird der hochgespannte Drehstrom in Gleichstrom von 2 × 220 V umgeformt. Für den Betrieb der mit 220 V arbeitenden Grubenlokomotiven werden dann die Fahrschienen an den geerdeten Mittelleiter gelegt. Abb. 1 zeigt das Umformerwerk am Weidendamm in Berlin, das für den Bau des nördlichen Teils (Los IV) der Untergrundbahn Nord-Süd 1914/17 in Betrieb war. Drehstrom von 6000 V wurde den Motoren unmittelbar zugeführt. Jeder Hochspannungsmotor war mit zwei Gleichstromerzeugern für 230 V gekuppelt. Insgesamt waren aufgestellt: 2 Umformersätze, je bestehend aus einem Drehstrommotor von 375 kW, 6000 V und 750 Uml./min sowie 2 Stromerzeugern von 170 kW und 230 V und 2 Sätze, je bestehend aus einem Motor von 130 kW, 6000 V und 1000 Uml./min sowie 2 Stromerzeugern von 65 kW und 230 V. Die Gesamtleistung auf der Gleichstromseite betrug also 940 kW. Diese große

Leistung war vorgesehen für den Betrieb der Grundwassersenkungsanlage beim Bau des Spreetunnels an der Weidendammer Brücke, der zum Teil mit unwirtschaftlich arbeitenden Pumpen durchgeführt wurde.

In einem Umformerwerk, bei dem Drehstrom von 3000 V für den Lokomotivbetrieb der im Bau befindlichen Schwarzenbach-Talsperre in 220 und 500 V Gleichstrom umgeformt wird, ist ein Drehstrommotor von 500 kW, 3000 V und 750 Uml./min auf der einen Seite mit einem Gleichstromerzeuger von 460 kW und 550 V und auf der anderen mit einem solchen von 170 kW und 230 V unmittelbar gekuppelt. Die Leistung der beiden Generatoren von zusammen 630 kW konnte größer gewählt werden als die des Motors von 500 kW, weil hohe Belastungen der Generatoren nur beim Anfahren der Lokomotiven auftreten, das Anfahren der einzelnen Züge aber nur in Ausnahmefällen zeitlich zusammenfällt. Überlastungen der Stromerzeuger und des Motors werden durch selbsttätige Höchststromausschalter verhindert.

Abb. 2. Joche und Maste für die Fahrleitung, die an den Schienen befestigt sind.

Kippe erfordert auch eine Verschiebung des Fahrdrahtes, und deshalb werden die Maste, die den Fahrdraht tragen, an den Schienen befestigt, so daß sie mit diesen zusammen verschoben werden können. Auch erfordert das Anschrauben eines eisernen Mastes an die Schienen weniger Zeit als das Eingraben eines Holzmastes und ist deshalb für Baubetriebe vorteilhafter.

Der untere Teil eines an die Schienen zu befestigenden Auslegermastes besteht aus einem rechtwinklig gebogenen U-Eisen, an das ein ebenfalls rechtwinklig gebogenes Gasrohr, das den Isolator für den Fahrdraht trägt, in der Höhe verstellbar angeschraubt wird. Die Aufhängung selbst gestattet eine Beweglichkeit des Fahrdrahtes in der Längsrichtung, wodurch unerwünschte Beanspruchungen vermieden werden. An den Enden der verschiebbaren Gleisstrecken sind Gewichte angeordnet, die den Fahrdraht straff halten. In Gleiskrümmungen werden die Auslegermaste, wie aus Abb. 2 zu ersehen, zu einem Joch ausgebildet. In schmalen Tunnelbaugruben wird der Fahrdraht an Querdrähten, die an Stützen oder an den Seitenwänden befestigt sind, aufgehängt oder an den Deckenträgern, wie Abb. 3 zeigt, mittels einer Bohle befestigt. In Stollen wird der Isolator für

Abb. 4. Eimerkettenbagger mit lose verlegter Drehstrom-Schleifleitung auf Holzmasten.

Die Fahrdrahtanlage für den Lokomotivbetrieb weicht auf einer Baustelle von derjenigen für ortfeste Anlagen nur unwesentlich ab. In den Boden eingelassene feststehende Maste, an denen der Fahrdraht aufgehängt wird, werden nur ausnahmsweise verwendet. Die durch den Baufortschritt notwendige häufige seitliche Verschiebung der Gleise im Schacht und auf der

Abb. 3. Fahrdrahtaufhängung in Tunnelbaugruben.

den Fahrdraht in die Verzimmerung eingeschraubt oder, wenn eine solche nicht vorhanden, mit eisernen Haltern an der Tunneldecke befestigt. In Baugruben mit großen Breitenabmessungen werden eiserne Auslegermaste verwendet.

Für die Stromrückleitung durch die Schienen müssen die Schienenstöße durch Leitungen überbrückt werden. Wegen der Diebstahlgefahr werden die im Straßenbahnbetrieb üblichen Kupferverbinder durch Verbinder aus Eisenseilen von 80 bis 100 mm² Querschnitt ersetzt. Die Enden der Eisenseile sind in eiserne Stöpsel eingelötet, die mit ihrem kegeligen Schaft in die Stege der Schienen eingetrieben und festgeschraubt werden.

Die eisernen Mastausleger, die an den Schienen befestigt werden, finden namentlich im Abraumbetriebe ausgedehnte An-

Abb. 5. Elektrische Lokomotive mit seitlichem Stromabnehmer.

wendung. Sie werden sowohl zur Aufhängung der Drehstrom-Schleifleitungen für Eimerketten-Bagger benutzt, bei denen aber die Abfuhr des Fördergutes mit Dampflokomotiven erfolgt, als auch für solche Betriebe, bei denen der Bagger und die Lokomotive den Strom der mit Gleichstrom gespeisten Fahrdrahtanlage entnehmen. Sind bei Drehstrom die 3 Leitungen fest verlegt, so wird der Strom durch 3 federnde Stangen mit Rollen von oben abgenommen, während nach Abb. 4 die in den eisernen Bügeln lose liegenden Leitungen von unten bestrichen und beim Vorbeifahren des Baggers an einem Mast von den Stromabnehmerrollen aus den Bügeln gehoben werden. Der Mast gehört zu einer älteren Ausführung aus Holz und ist an einer verlängerten Schwelle befestigt.

Für die Drehstrombagger werden Spannungen bis zu 3000 V verwendet. Höhere Spannungen kommen kaum in Frage, weil die Schleifleitungen aus Festigkeitsgründen mindestens 6 mm Dmr. erhalten müssen, so daß eine Kupferersparnis durch Anwendung einer höheren Spannung nicht erreicht wird. Für Gleichstrombagger beträgt die höchste Spannung 1000 V. Wenn auch Lokomotiven, die im Abraumbetrieb mit 4 Motoren ausgerüstet sind, durch dauernde Hintereinanderschaltung von 2 Motoren die Verwendung einer Spannung von 2000 V ohne weiteres zulassen würden, so scheidet diese Spannung für die Baggermotoren jedoch aus, da Gleichstrommotoren mit nur einem Kommutator für höhere Spannung als 1000 V nur ausnahmsweise ausgeführt werden.

Für den Lokomotiv- und Kettenbaggerbetrieb liegt der Fahrdraht über dem Gleis. Beim Betrieb mit Löffelbaggern muß aber der Raum oberhalb der Wagen, in die der Löffel des Baggers entleert, frei bleiben; im Bewegungsbereich des Baggers darf also kein Fahrdraht liegen. Damit die Lokomotive den Kippwagenzug an den Bagger heranschieben kann, wird dann vom letzten Mast bis zum Bagger für die Stromzuführung ein Schleppkabel benutzt, oder der Fahrdraht muß so weit seitlich von der Mitte des Gleises angeordnet werden, daß er außerhalb des Bewegungsbereiches des Löffels bleibt. In diesem Fall erhält die Lokomotive einen zweiten in der wagerechten Ebene ausschwenkbaren Stromabnehmer, der für die seitliche Fahrdrahtanordnung geeignet ist, Abb. 5.

An Stelle einer Schleifleitung benutzt man für die Stromzuführung bei Eimerkettenbaggern bisweilen (allerdings selten) auch ein Kabel, das sich mit der Hin- und Herbewegung des Baggers auf eine am Bagger befestigte Kabeltrommel selbsttätig aufwickelt bzw. sich von ihr abwickelt. Die Länge dieses Kabels ist gleich der Länge eines Baggerfeldes von 200 bis 300 m. Derartige Kabeltrommeln werden auch für die Stromzuführung von Löffelbaggern vielfach verwendet.

Die Lokomotiven im Baubetriebe weisen, abgesehen von dem erwähnten seitlichen Stromabnehmer, im allgemeinen keine Besonderheiten gegenüber den Werkbahnlokomotiven auf. Sie werden für 600 oder 900 mm Spur gebaut. Für den Betrieb in Tunnelbaugruben und in Stollen werden Grubenlokomotiven für 220 V und 600 mm Spur verwendet. Die in Abb. 3 dargestellte Lokomotive hat 6200 kg Gewicht, 1100 mm Radstand und ist mit 2 Hauptstrommotoren von je 20 PS Stundenleistung ausgerüstet.

Abb. 8. Vierachsige elektrische Lokomotive für 900 mm Spur.

Für größere Leistungen außerhalb der Baugrube werden, wie schon erwähnt, Lokomotiven für 500 V verwendet. Abb. 6 und 7 geben eine solche Lokomotive für 900 mm Spur wieder, die mit 2 Motoren von je 60 PS Stundenleistung ausgerüstet ist und 17 000 kg Gewicht hat. Diese Lokomotive wurde von den Siemens-Schuckertwerken als Ersatz für die im Baubetrieb vielfach verwendete Henschel-Lokomotive von 125 PS und 900 mm Spur gebaut. Die Hauptzahlen der beiden Lokomotiven seien einander gegenübergestellt:

	Elektr. Lokomotive 500 V	Dampflokomotive 12 at
Spurweite . . . . mm	900	900
Radstand . . . . „	2 000	1 800
Gewicht . . . . kg	17 000	13 600 leer 17 600 Dienstgewicht
Nennleistung . . . . PS	120	125
Zugkraft . . . . kg	2 830	3 260
Größte Länge ohne Buffer . mm	4 740	6 000
Größte Breite . . . . „	1 920	2 200
Größte Höhe . . . . „	3 000	3 500

Abb. 6 und 7. Zweiachsige elektrische Lokomotive für 900 mm Spurweite.

Die Leistung und die Zugkraft der beiden Maschinen lassen sich, streng genommen, nicht miteinander vergleichen, weil diese Zahlen keine Dauerleistungen sind. In dem einen Fall können die Motoren nicht dauernd 120 PS und im anderen Fall der Kessel nicht dauernd 125 PS abgeben. Vergleichbar ist eigentlich nur das Reibungsgewicht, das für die Dampflokomotive aber nicht zu 17 600 kg angenommen werden darf, weil dieses Gewicht nur für den vollen Wasser- und Kohlenvorrat gilt.

Eine Lokomotive mit größerer Leistung für Abraumbetrieb stellt Abb. 8 dar. Sie hat 900 mm Spur, 2 zweiachsige Drehgestelle mit 1600 mm Radstand und ist mit 4 Motoren von zusammen 400 PS Stundenleistung bei 1000 V Motorspannung und mit 3 oder 4 Stromabnehmern ausgerüstet. Das Gewicht beträgt 46 t. Von den Stromabnehmern arbeiten immer nur zwei hintereinander liegende gleichzeitig, und zwar das eine Paar auf der freien Strecke und unter dem Bagger, unter dem wegen der Schüttklappen der Fahrdraht seitlich von Mitte Gleis angeordnet werden muß, und das andere Paar auf der Kippe, wenn die an den Schienen befestigten Auslegermaste mit Rücksicht auf das Entleeren der Kippwagen nach der entgegengesetzten Seite des Gleises angeordnet sind. Die Kippwagen müssen nämlich nach der mastfreien Gleisseite entleert werden, damit die Maste nicht zugeschüttet werden. Die Lokomotive ist wegen der geringen Lichtraumhöhe des Baggers bis Oberkante Dach nur 2400 mm hoch, der Fahrdraht liegt 2500 mm über Schienenoberkante. Das Durchfahren eines Baggers von so geringer Lichtraumhöhe mit Dampflokomotiven wäre nicht möglich und würde daher zu verwickelten Gleisanlagen führen, wenn die gleiche Beweglichkeit des Betriebes erreicht werden soll.

Eine Sonderstellung nehmen die sogenannten Nutzlastlokomotiven ein, bei denen ein großer Teil des Lastgutes auf de

Lokomotive selbst untergebracht wird. Sie werden namentlich bei großen Steigungen verwendet. Abb. 9 zeigt eine zweiachsige Nutzlastlokomotive mit Kippkasten zur Beförderung von Kies, Steinen und anderen Baustoffen. Durch die Ausnutzung der Nutzlast als Reibungsgewicht wird das tote Gewicht der Lokomotive, das bei großen Steigungen im Verhältnis zu dem übrigen Lokomotivgewicht sehr hoch sein müßte, erheblich herabgesetzt. Gleichzeitig wird die Anhängelast geringer, was wiederum vermindernd auf das Reibungsgewicht einwirkt und somit Ersparnisse in den Anlagekosten und im Energieverbrauch zur Folge hat.

Die Verwendung elektrisch angetriebener Maschinen im Baubetrieb beginnt mit dem Lösen des Bodens, bzw. mit der Herstellung von Sprenglöchern für Sprengarbeiten, welche Arbeit auch zum Lösen gerechnet werden muß. Abb. 10 zeigt eine elektrische Stoßbohrmaschine der SSW mit Freigestell, die sich seit Jahren für Bohrarbeiten in mittelfestem Gestein wie Kalkstein und Sandstein gut bewährt hat. Sie wird sowohl für Drehstrom von 120/210 V als auch für Gleichstrom von 110 oder 220 V gebaut. Die Leistung des Motors beträgt 1 kW bei 1400 Uml./min. Die Drehbewegung des Motors wird mittels eines Kurbelgetriebes und unter Anwendung von Schraubenfedern in eine hin- und hergehende Bewegung umgewandelt. Das Übersetzungsverhältnis zwischen Motor und Stirnrad-Vorgelege ist 1 : 3, so daß die Kurbelwelle 450 Uml./min macht und folglich auch die Schlagzahl 450 in 1 min beträgt. Durch ein Schwungrad auf der Kurbelwelle wird verhütet, daß die Stöße des Kolbens sich über die Zahnräder auf den Motor übertragen. An dem Motor befindet sich ein Schalter und eine Steckdose für den Anschluß des Zuleitungskabels.

Abb. 9. Nutzlastlokomotive mit Kippkasten.

Abb. 10. Elektrische Stoßbohrmaschine im Steinbruch.

Abb. 11. Schlottergebläse.

Die Kurbelstoßbohrmaschine kommt für hartes Gestein auch dann in Frage, wenn es sich um die Ausführung von verhältnismäßig wenigen Löchern handelt, für welche die Aufstellung einer Druckluftanlage zu umständlich und zu unwirtschaftlich ist. Eine Leitung für die Stromzuführung der Stoßbohrmaschine ist dagegen schnell verlegt.

Neuerdings verwendet man für mildes Gestein auch Drehbohrmaschinen, bei denen die Drehbewegung des Motors unter entsprechender Herabsetzung der Drehzahl unmittelbar ausgenutzt wird. Der Motor einer solchen an einer Spannsäule befestigten Drehbohrmaschine der SSW für den Bau von Stollen hat eine Leistung von 1,25 kW bei 1425 Uml./min; die Bohrspindel macht 120 Uml./min. Die Drehbohrmaschinen eignen sich besonders für solches Gestein, das stark mit Feuchtigkeit durchsetzt ist; sie sind hier den Stoßbohrmaschinen sogar überlegen, weil sie das backende Bohrmehl infolge der Drehbewegung des Bohrers aus dem Bohrloch gut entfernen.

Für offene Sprengarbeiten in sehr hartem Gestein wird, wenn Sprenglöcher von größerem Durchmesser und 3 bis 6 m Tiefe hergestellt werden sollen, vielfach die elektro-pneumatische Stoßbohrmaschine der Demag verwendet. Sie besteht aus einem Drucklufterzeuger, der durch einen Motor mittels Zahnradübersetzung angetrieben wird, und aus der eigentlichen Stoßbohrmaschine. Der Stoßkolben der Bohrmaschine wird von zwei hin- und herschwingenden Luftsäulen bewegt, die abwechselnd auf die beiden Seiten des Kolbens drücken. Die Bohrmaschine selbst hat keine besondere Steuerung oder Ventile. Ein Längsschnitt durch eine elektro-pneumatische Bohranlage mit Drehstrommotor von 6 kW für aussetzende Betriebe bei 1500 Uml./min in geschlossener Ausführung mit Kurzschlußanker und Stern-Dreieckanlasser ist in Z. Bd. 66 (1922) S. 251 wiedergegeben.

Hier seien auch die Schlottergebläse der SSW für die Bewetterung von Tunneln, Abb. 11, mit angebautem Drehstrommotor geschlossener Bauart erwähnt. Sie sind Schraubengebläse mit fünfflügeligem Laufrad für 2850 bis 2900 Uml./min, das die Förderluft durch einen Leitapparat in der Achsrichtung fortdrückt. Die Gebläse mit angebautem Motor werden bis zu 11 kW Antriebsleistung bei Wirkungsgraden bis zu 75 vH ausgeführt. Ein besonderer Vorteil der Schlottergebläse ist, daß sie sich in beliebigen Abständen hintereinander in die Luttenleitung einbauen lassen, wodurch das Gesamtgefälle unterteilt und die unvermeidlichen Undichtigkeitsverluste auf einen Mindestwert herabgedrückt werden. [A 350] (Schluß folgt.)

Praktischer Baubetrieb.

Zur Förderung des wirtschaftlichen Wiederaufstieges unseres Volkes wird die Ausführung wichtiger und umfangreicher Ingenieurbauten auf dem Gebiete des Verkehrswesens, der Kraftversorgung, der Landeskultur, des Siedlungswesens usw. ein wesentliches Erfordernis bilden. Wir sind jedoch darauf angewiesen, mit dem kostbarsten Gut, das uns nach dem Kriege geblieben ist, nämlich der menschlichen Arbeitskraft, haushälterisch umzugehen. Trotz Nutzbarmachung neuzeitlicher Mittel für den Baubetrieb kann und muß auf diesem Gebiet im Bauingenieurwesen noch vieles geschehen. Aus diesem Gedanken heraus hat die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen im März d. J. eine Vortragsreihe veranstaltet, in der aus der Fülle des Notwendigen einige besonders wichtige Gebiete unter dem Gesichtswinkel der neuzeitlichen Erfahrungen und Erkenntnisse beleuchtet werden sollten.

Dr.-Ing. Garbotz, Vorstand der Geräteabteilung der Siemens-Bauunion, Berlin, sprach zunächst über Massenbeförderung auf Baustellen. Er führte aus, daß mit der Steigerung der auf unsern Baustellen zu bewältigenden Massen die Vervollkommnung der Geräte nicht gleichen Schritt gehalten habe. Er gab darauf einen Überblick über das Vorhandene mit Ausblicken auf die weitere Entwicklung unserer Baumaschinen. Ein erheblicher Teil dieser sehr bemerkenswerten Ausführungen deckt sich mit dem Inhalt des vorliegenden Heftes.

Als zweiter Redner behandelte Dr.-Ing. Hübler, Direktor von Grün & Bilfinger, Mannheim, die Druckluft im Baubetriebe. Ein Auszug aus diesem Vortrag ist auf S. 707 dieses Heftes wiedergegeben. Die sich anschließende Aussprache behandelte im wesentlichen die Druckluftanwendung beim Unterwasser-Tunnelbau.

Zum Schluß sprach Privatdozent Dr.-Ing. Hasse, Direktor der Becker-Fiebig-Bauunion, über die Schaffung bleibender Werte für das Verdingungswesen durch die schwankende Periode des Geldstandes.

In seiner Gesamtheit boten die Veranstaltungen eine Fülle des Belehrenden und Neuen, das um so wertvoller war, als die Vortragenden aus eigener reicher Erfahrung schöpfen konnten. Die rege Anteilnahme der Hörer, namentlich in der Aussprache, bewies, daß eine Vertiefung der Kenntnisse auf dem behandelten Gebiete notwendig und willkommen gewesen ist. [M 316] Bu.

Fortschritte im Gründungsbau.

Von Oberingenieur O. Burmeister, Berlin.

Nach einer Übersicht über die Gründungsverfahren der letzten 30 Jahre werden die Fortschritte der jüngsten Zeit, namentlich auf dem Gebiete des Ersatzes der Menschenarbeit durch die Maschine erörtert. — Die neuzeitlichen Hilfsmittel wie Eisenbeton, Gußbeton, Preßzement, Schmelzzement, Druckluft, flüssige Luft werden besprochen. Eine Kritik der Gründungsverfahren betont die besondere Bedeutung des Verfahrens zur Absenkung des Grundwasserspiegels für Tiefgründungen.

Wenn man an der Hand der Literatur auf die Entwicklung des Grundbaues zurückblickt, so geschieht es unter dem Eindruck, daß die Fortschritte auf diesem Gebiet nicht immer gleichen Schritt gehalten haben mit den Errungenschaften in anderen Zweigen der Technik. Erst in den letzten Jahrzehnten ist das Bestreben der Fachleute deutlich erkennbar, Versäumtes nachzuholen und die Technik des Grundbaues neuzeitlich zu gestalten.

Althergebrachte Gründungsverfahren mit behelfsmäßigem Charakter und ausgesprochener Unwirtschaftlichkeit, z. B. das Schütten einer Betonsohle unter Wasser, sind der Vergangenheit verfallen und neue, hochwertige Verfahren an ihre Stelle getreten. Heute stellt man in vielen Fällen das ganze Bauwerk oder Teile davon in der Nähe der Baustelle im Trockendock aus schwimmfähigem Eisenbeton zusammen, um es nach Fertigstellung in die durch Baggerung hergerichtete Baugrube zu versenken. Ein weiterer Schritt ist das Verfahren der wasserdichten Umschließung einer Baugrube mit der Absicht, das Bauwerk im Trockenen einzubauen.

Auch die üblichen Baustoffe wurden einer kritischen Prüfung auf ihre Eignung und Wirtschaftlichkeit unterzogen, und aus der wissenschaftlichen Forschung hat man Folgerungen für die praktische Nutzanwendung gezogen.

Eisen und Eisenbeton.

Einen Wendepunkt in der Entwicklungsgeschichte des Grundbaues bedeutet die Anwendung des eisenbewehrten Betons. Er hat die Backstein-Bauausführung nahezu verdrängt und das Holz im Tiefbau in die Rolle eines lediglich für Hilfszwecke verwendeten Baustoffes verwiesen. Von nicht geringerer Bedeutung ist auch das Eisen gewesen. Eiserne Spundwände als Ersatz für solche aus Holz sind vermöge ihrer Widerstandsfähigkeit für die Sicherung von Bauwerken ein wichtiges, unentbehrliches Mittel in der Hand des Tiefbauingenieurs geworden. Nahezu jedes Land mit entwickelter Eisenindustrie erzeugt heute eine oder mehrere Spundwandarten, deren Querschnitt nach Maßgabe der höchsten Widerstandsfähigkeit bei geringstem Materialverbrauch gewählt wird. In Deutschland ist das sogenannte Larssen-Profil der Dortmunder Union am meisten verbreitet. Eiserne Spundwände werden sowohl für die Umschließung von Baugruben zur Aufnahme des Erd- und Wasserdruckes, als auch als tragender Bestandteil fertiger Bauwerke, vorzugsweise für See-, Fluß- und Hafenbauten verwendet. Mit ihrer Einführung hat auch die Entwicklung und Vervollkommnung der für das Rammen erforderlichen Maschinen und Geräte gleichen Schritt gehalten.

Beim Bau der neuen Seeschleuse Ymuiden in Holland wurden mit Erfolg Larssen-Spundwände von 26 m Länge unter teilweiser Verwendung eines neuartigen Dampframmbären gerammt, dessen Führung auf dem einzurammenden Pfahl reitet, vgl. Abb. 1. Ein besonderes Rammgerüst ist nicht erforderlich. Eisenspundwände können, sofern sie nicht ein Bestandteil des fertigen Bauwerkes sind, an anderer Stelle wieder verwendet werden. Zum Herausziehen hat die Technik Rammbären mit nach oben gerichteter Schlagwirkung ersonnen. Um den unteren Teil einer eisernen Spundwand nötigenfalls zum Schutze des Bauwerkes im Erdboden stecken lassen zu können, schneidet man den oberen Teil nach dem Autogenverfahren ab, wobei man mit Hilfe einer besonders ausgebildeten Schneiddüse sogar unter Wasser arbeiten kann. Neuerdings finden auch die Eisenbeton-Spundbohlen mehr und mehr Eingang in den neuzeitlichen Tiefbau.

Abb. 1. Das Rammen von eisernen Spundwänden, Bauart Larssen.

Abdichtung unter Wasser.

Bei Bauwerken im offenen Wasser oder Grundwasser, wie Tiefkeller, Tunnel usw., deren Betrieb eine dauernde, einwandfreie Fernhaltung jeder Feuchtigkeit erforderlich macht, verwendet man in vorbildlicher Weise die Asphaltpappdichtung. Im Gegensatz zu der Innenhautdichtung umhüllt man das ganze Bauwerk mit einer undurchlässigen luftdicht abschließenden Haut der erwähnten Art und erreicht damit eine Dichtung von nahezu unbegrenzter Lebensdauer. Die Anordnung auf der Außenfläche gewährleistet die statisch günstigste Beanspruchung des Bauwerkes gegen Wasserdruck. Voraussetzung für diese Dichtungsart ist eine während der Dichtungsarbeit von Wasser freigehaltene Baugrube. In dem Grundwassersenkungs-Verfahren besitzt die Grundbautechnik, wie weiter unten beschrieben werden soll, eine gute Lösung für die Erfüllung dieser Forderung. Asphaltdichtung ist unempfindlich gegen scharf wirkendes, säurehaltiges Grundwasser und bildet ein sicheres Abwehrmittel gegen vagabundierende elektrische Ströme.

Verwendung von Explosivkräften.

Zur Verbesserung nicht tragfähigen Bodens hat man in den letzten Jahrzehnten Explosivkräfte herangezogen. Wirtschaftlichkeitsgründe sind ohne Zweifel dafür bestimmend gewesen. In Holland hat man vor einigen Jahren bei der Errichtung eines Erzlagerplatzes mit zahlreichen Kunstbauten den nicht tragfähigen Boden bis zu erheblicher Tiefe herausgebaggert und ihn durch reinen Sandboden ersetzt. Beim Freihafenbau in Stockholm löste man dieselbe Aufgabe mit anderen Mitteln. Beim Bau einer vollen Kaimauer füllte man auf den schlamm- und lehmhaltigen Untergrund abschnittweise 5 m über den Wasserspiegel hinausragende Sandmassen auf. Dann wurden in Abständen von etwa 10 m Bohrrohre bis auf den guten Baugrund herabgetrieben und diese auf der Sohle mit beträchtlichen Dynamitmengen geladen. Die Ladung wurde in bekannter Weise verbaut. Die Wirkung der Explosion bestand in dem Beiseitedrücken des Schlammes und Nachstürzen der Auffüllmassen. Durch Bohren wurde später das einwandfreie Gelingen der Arbeit festgestellt. Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens mag in beiden Fällen dahingestellt bleiben. Ähnlich ist man bei Bahnbauten in Finnland wiederholt vorgegangen, jedoch wurden Rohre von großem Durchmesser verwendet, deren Kiesinhalt infolge der Explosion nachstürzte.

Abb. 2. Gußbeton-Anlage.

Flüssige Luft als Sprengmittel.

Im Tiefbau bilden Sprengarbeiten oft einen wesentlichen Bestandteil der gesamten Bauarbeit. In der flüssigen Luft (Sprengluft)[1]) scheint ein für seine Zwecke besonders geeignetes Sprengmittel gefunden zu sein. Es unterliegt keinerlei lästigen Sicherheitsvorschriften, weil es auf der Baustelle hergestellt wird, und bietet bei der Erzeugung der Patronen die Möglichkeit, sich jeder gewünschten Wirkung anzupassen. Diese Eigenschaft macht es für Arbeiten im wechselnden Gestein besonders geeignet. Die Handhabung ist bei der Erzeugung und auch bei der Verwendung gefahrlos. Von den Kosten für Erzeugung der flüssigen Luft entfallen etwa 70 vH auf Kraftverbrauch. Dementsprechend schwankt der Preis je nach der Höhe des Einheitspreises für die Kilowattstunde. Bei nicht zu teurem Strompreis kann mit Ersparnissen von 50 vH und mehr gegenüber festem Sprengstoff gerechnet werden.

Gußbeton.

Auf dem Gebiete des Betonbaues kennzeichnet das von Amerika neuerdings auch nach Deutschland übernommene Gußbetonverfahren das Streben nach Ersparung von Arbeitskräften. Das Ziel ist die maschinelle Betonbeförderung unter Ausnutzung der Schwerkraft. Für die Güte des fertigen Betons ist die Erzeugung eines ununterbrochenen Betonstromes von stets gleichmäßiger Beschaffenheit zur Herstellung des Bauwerkes in einem Guß wesentlich. Zu diesem Zweck wird flüssiger Beton auf hohe Türme befördert und von hier aus durch bewegliche, im Gefäll angeordnete Rinnen an die verschiedenen Verwendungsstellen geleitet, Abb. 2. Der Entmischungsgefahr wird durch eine zweckmäßige Zusammensetzung des Betons vorgebeugt.

Bei entsprechender Ausbildung der Gußbetonanlage erreicht man damit hohe Leistungen und eine schnelle Fertigstellung des Bauwerkes.

Torkretverfahren.

Das Torkretverfahren[1]) dient weniger zur Erzeugung großer Massen als zur Erzielung kleinerer Mengen hochwertigen Betons. Dementsprechend ist auch das Anwendungsgebiet beschränkt. Der Beton wird mittels Druckluft in Schläuchen nach der Verwendungsstelle befördert und hier durch eine Düse verteilt, die gleichzeitig den Wasserzusatz regelt. Den in dem maschinellen Torkretverfahren gegenüber der Handarbeit liegenden Vorteil hat man in Amerika besonders im Hochbau auszuwerten verstanden, und auch in Deutschland faßt es mehr und mehr Fuß.

Neuerdings wurde der Torkretmaschine ein neues Betätigungsfeld erschlossen, indem man sie für die Auftragung einer Zementglasur auf Eisenkonstruktionen zum Schutze gegen Rost und sonstige äußere Einflüsse mit Erfolg verwendet.

Preßzement.

Das Preßzement-Bauverfahren ist ein Bodenverbesserungs-Verfahren, aufgebaut auf dem Gedanken des Einpressens von Zementmilch zur Versteinung des Untergrundes unter Anwendung einer Zementspritze. Voraussetzung für das Gelingen ist ein für das Einspritzen der Zementmilch geeigneter aufnahmefähiger Untergrund. Hierin liegt eine wesentliche Hemmung für die Anwendung und Verbreitung des Verfahrens. Erst bei der Wiederherstellung schadhafter Bauwerke kommt jedoch der Wert dieser Einrichtung voll zur Geltung. Zahlreiche brüchig gewordene Bauwerke, wie Tunnels, Schleusen, Docks, Pfeiler usw., selbst Hochbauten haben durch Einpressen von Zement in die entstandenen Risse und Fugen mittelst der Betonspritze ihre Gebrauchsfähigkeit wieder erlangt, und nicht minder groß dürfte die Zahl der kranken Kunstbauten sein, die noch der heilsamen Behandlung durch die Zementspritze harren. Das Verfahren hat wegen seiner Wirkung in bezug auf die Wiederherstellung und Erhaltung volkswirtschaftlich wichtiger Anlagen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung erlangt.

[1]) Vgl. Z. Bd. 65 (1921) S. 1363.

Druckwasser-Sprengungen.

Schließlich sei noch eines neuartigen Werkzeuges, der hydraulischen Sprengpumpe gedacht, die insofern eine Lücke dort ausfüllt, wo bei Sprengungen jede Erschütterung mit Rücksicht auf bestehende Bauwerke vermieden werden muß, Abb. 3. Die Sprengpumpe hat mit der Sprengluft die Eigenschaft vollkommener Ungefährlichkeit gemein. Die Sprengwirkung wird durch Wasserdruck erreicht.

Schmelzzement.

Die Baustoffindustrie hat der Bautechnik in jüngster Zeit ein neuartiges, wertvolles Erzeugnis gebracht, den Schmelzzement, ein vom elektrischen Ofen unter großer Hitze hergestelltes Erzeugnis von außergewöhnlicher Festigkeit bei schneller Abbindefähigkeit.

In ähnlicher Weise hat die Baustoffindustrie überall dazu beigetragen, durch Erzeugung hochwertiger Baustoffe die Wirtschaftlichkeit und den Gebrauchswert baulicher Anlagen zu steigern.

Verwendung von Druckluft.

Die Verwendung von Druckluft bei der Gründung von Bauwerken unter Wasser wird in den Tiefen angewendet, wo die sonst üblichen Bauverfahren nicht mehr ausreichen, eine genügend sichere Gründung zu erreichen. Bei der in der neueren Zeit sich ergebenden Notwendigkeit, mit den Bauwerken in größere Tiefen hinabzugehen, wie z. B. bei Tunnelbauten unter Flüssen und Meeresarmen und der Gründung von Brückenpfeilern in großen Wassertiefen, hat es sich gezeigt, daß in diesen Tiefen das Druckluftverfahren in Hinsicht der Gefährdung von Gesundheit und Leben der dabei beschäftigten Arbeiter nicht mehr anwendbar ist.

Abb. 3. Sprengung mittels Sprengpumpe.

[1]) Vgl. Z. Bd. 63 (1919) S. 741.

Über die Entwicklung von der früher verwendeten Taucherglocke zur „verlorenen Arbeitskammer“, zum „Vortriebschild“ usw. wird demnächst in einem besonderen Aufsatz berichtet.

Gefrierverfahren.

Ähnlich wie bei der Druckluftgründung haben sich die technischen Grundlagen für das Gefrierverfahren im Laufe der Jahre nahezu unverändert erhalten, wenn auch namentlich die Kälteindustrie angestrengt an der Vervollkommnung des Verfahrens gearbeitet hat. Trotzdem ist es mit wenigen Ausnahmen auf das Abteufen von Schächten im Bergbau beschränkt geblieben[1]). Nur in Amerika sollen auch einige Unterwassertunnel durch Gefrieren hergestellt sein. Allen Versuchen, die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens zu steigern, stellen sich die Schwierigkeiten der Abkürzung des Gefriervorganges hemmend entgegen. Um mit den Abteufarbeiten schneller beginnen zu können, ist man auf den Gedanken gekommen, den Schacht absatzweise gefrieren zu lassen, indem man durch besonders konstruierte Rohre die Hauptkältewirkung zunächst auf die oberen Schichten vereinigte. In der verschiedensten Weise, wenn auch auf anderen Wegen, sind die Fabriken der Kälteindustrie bestrebt gewesen, die Sicherheit der Ausführung zu steigern und den Gefriervorgang abzukürzen. Nach Äußerungen aus Fachkreisen soll in jüngster Zeit eine wesentliche Vervollkommnung des Verfahrens in Richtung der Intensivierung des Gefrierprozesses erzielt worden sein[1]). Als Kälteerzeuger werden verschiedene Lösungen, als Salzwasser, Ammoniak, Kohlensäureträger usw. benützt. In schwierigen Fällen sollen durch ein sogenanntes Tiefkälteverfahren Temperaturen bis — 40° erreicht worden sein.

Bei Schachtbauten im Grundwasserstrom, z. B. in den Urstromtälern, tritt dem Gefrierverfahren eine besondere Schwierigkeit in der auftauenden Wirkung des Grundwasserstromes entgegen, wodurch zum mindesten die Sicherheit der Arbeit stark beeinträchtigt wird, wenn überhaupt ein Gelingen der Gefrierung möglich ist. Von Bedeutung ist schließlich das senkrechte Hinunterbringen und die völlig parallele Einstellung der Gefrierrohre; Abweichungen verursachen Unterbrechungen des Gefrierkörpers, die wiederum während des Abteufens zu folgenschweren Überraschungen führen.

Die hierdurch bedingte genaue Bohrung der Gefrierrohre stellt an die Tiefbohrtechnik kaum zu erfüllende Anforderungen. Aus Sicherheitsgründen wird dem Ausbruch des Schachtes in der Regel die Auskleidung auf dem Fuße folgen. Die Verwendung von Beton oder Mauerwerk verbietet sich jedoch hierfür infolge des schädlichen Einflusses des Gefrierkörpers auf das Abbinden des Betons oder Mörtels. Den hierin liegenden Gefahren für die Sicherheit des Schachtes begegnet man wohl in den meisten Fällen durch Verwendung der gußeisernen Unterhängetübbings.

Die Literatur bringt eine Reihe Zahlen über die Kosten des Gefrierverfahrens bei Schachtbauten, sowie über die Zeitdauer des Gefriervorganges. Diese Angaben sind um so wertvoller, als die Wirtschaftlichkeit des Gefrierverfahrens bedenklich stark umstritten ist.

Senkbrunnen.

Im Gegensatz zu anderen Gründungsarten hat diejenige mit Senkbrunnen eine verhältnismäßig geringe Verbreitung im neuzeitlichen Tiefbau gefunden, offenbar weil das Verfahren nur vorteilhaft ist bei Bauwerken mit zusammengefaßter Übertragung großer Kräfte und diese Einzelfälle dem Bauingenieur wenig Anreiz geboten haben, über die Behebung der dieser Gründungsart anhaftenden Mängel nachzudenken. Das Absenken der Brunnen ist immer ein wenig vollkommenes, unsicheres und zeitraubendes Handwerk geblieben. Eine beachtenswerte Verbesserung bedeutet jedoch die Verwendung von fertigen Brunnen aus Eisenbeton anstatt der früher an Ort und Stelle gemauerten. Ein Fall aus der Praxis lehrt, daß die Verwendung solcher Eisenbetonbrunnen die Lösung einer lange umstrittenen Aufgabe für die Pfeilergründung einer Brücke bedeutet. Beim Bau der Lidingöbrücke bei Stockholm mußten die Pfeiler bis über 40 m heruntergeführt werden. Die Aufgabe wurde von einer deutschen Unternehmung mit Eisenbetonrohren von 90 cm Dmr. und teils über 40 m Länge, die mit einem Rammbären von 10 t Gewicht eingetrieben wurden, in vorbildlicher Weise gelöst, ein Beweis für die Brauchbarkeit der Brunnengründung in Einzelfällen und zugleich ein beachtenswertes neues Verfahren, Brunnenrohre auf große Tiefen herunterzubringen.

Das Gründungsverfahren mittelst Senkkasten ist neueren Datums und wird besonders für Kunstbauten im offenen Wasser, wie Molen, Kaimauern, Brückenpfeiler usw. mit Vorliebe angewandt. Die Verwendung von Eisenbeton hat das Verfahren allgemein auf eine breitere Grundlage gestellt und ihm Aufgaben zugewiesen, die mit den früher verwendeten Baustoffen schwerlich zu lösen waren. Neuerdings geht man dazu über, g a n z e Bauwerke im Trockendock schwimmfähig aufzubauen, um sie an Ort und Stelle zu versenken. Anlaß hierzu bot die Schwierigkeit des Verbundes der einzelnen Teile unter Wasser. Bei entsprechender Ausbildung des unteren Teiles der Senkkästen ist die Möglichkeit einer tieferen Senkung mittels Druckluft gegeben, ein Verfahren, das sich bei Unterspülungsgefahr oder unregelmäßiger Baugrubensohle als unumgänglich notwendig erweist.

Pfahlgründung.

Wohl auf keinem Gebiete hat sich der Erfindungsgeist des Bauingenieurs mit solchem Nachdruck und, es muß anerkannt werden, auch mit solchem Erfolge betätigt, wie auf dem der Pfahlgründung. Die Patentliteratur ist in dieser Beziehung ein Spiegelbild dessen, was der Ingenieur in den letzten Jahrzehnten auf diesem Fachgebiete geleistet hat. Alle Anstrengungen sind auf das Ziel gerichtet, unter Aufwand von geringstem Materialverbrauch und Arbeitslöhnen eine möglichst große Tragfähigkeit der Pfähle zu erreichen. Der Holzpfahl als Naturerzeugung steht hierbei zurück; seine Eigenschaften sind allbekannt und unabänderlich, sein Preis ist Sache des Kaufmannes. Der Eisenbetonpfahl dagegen gewährt dem Spiel der Kräfte ein weites Betätigungsfeld; auf Grund seiner Eigenschaften schließt er ungeahnte Entwickelungs- und Anwendungsmöglichkeiten in sich.

Wertvolle Forschungsarbeiten hat die Wissenschaft neuerdings in bezug auf Eindringungs- und Reibungswiderstand der Eisenbetonpfähle im Boden geleistet; Hand in Hand damit hat der Fachmann die Aufschlüsse und Ergebnisse in der Richtung der Erzielung höherer Tragfähigkeit und der Auffindung verbesserter Fertigungsverfahren der Pfähle auszuwerten verstanden.

Der an Ort und Stelle hergestellte Pfahl ist mit dem Fertigpfahl in scharfen Wettbewerb getreten; das ist neben Gründen der Wirtschaftlichkeit wohl auf die hohe Anpaßfähigkeit des Ortpfahles hinsichtlich zuverlässiger Tiefgründung auf tragfähigen Baugrund zurückzuführen.

Neuere Verfahren der Herstellung von Ortpfählen sind unter anderen die Herstellung ohne oder mit Vortreibrohr, wobei letzteres verloren geht oder wiedergewonnen wird, sowie das Absenken der Rohre durch Spülen, Bohren oder Rammen. Neu ist ferner das Einpressen der Pfahlmasse in den Erdboden zur Bildung von Klumpfüßen und Aufbauchungen, um höhere Tragfähigkeit zu erzielen. Klumpfüße werden auch durch Explosionswirkung erreicht. Fertigpfähle werden in neuerer Zeit zum Schutze gegen scharf angreifendes Wasser, Moorsäure usw. mit asphaltierter Jute bekleidet und unter Verwendung von Vortreibrohren eingebaut. Erwähnung verdienen schließlich noch die sogenannten Schleuderbetonpfähle, deren besondere Eigenschaften sie für die Verwendung im Grund- und Wasserbau befähigt machen.

Absenkung des Grundwasserspiegels.

Das Verfahren der Grundwasserspiegel-Senkung beim Gründen eines Bauwerkes hat in den letzten Jahrzehnten eine Bedeutung erlangt, die sich als ein besonderer Abschnitt in der Entwicklungsgeschichte der Tiefbautechnik kennzeichnet. Es ist besonders in Deutschland technisch so entwickelt worden, daß es nicht nur als ebenbürtig den anderen Gründungsverfahren an die Seite gestellt werden kann, sondern im Wettbewerb mit diesen eine bevorzugte Anwendung gefunden hat. In manchen Fällen hat die Grundwasser-Absenktechnik überhaupt erst brauchbare Mittel und Wege für die technische und wirtschaftliche Durchführung eines Grundbaues gewiesen.

Die Tatsache, daß bei den Wassergewinnungsanlagen der Städte mittels Brunnen der Grundwasserstand erheblich gesenkt wird, hat dazu Anregung gegeben, ähnliche Errichtungen bei der Gründung von Bauwerken im Grundwasser anzuwenden. Wenn das Fallen des Grundwasserspiegels dort eine unbeabsichtigte und nicht erwünschte Nebenerscheinung war, so bedeutet es hier das anzustrebende Ziel.

In ähnlicher Weise wie bei Wassergewinnungsanlagen werden im Bereich der Baugrube eine Reihe von Brunnen angeordnet, die dazu dienen, die erforderlichen Wassermengen dem Erdboden zu entziehen, um auf diese Weise die beabsichtigte Senkung des Grundwasserspiegels herbeizuführen. Die Anordnung der Brunnen sowie die Einstellung des Grundwasserspiegels nach erreichter Absenkung zeigen Abb. 4 und 5. Die einzelnen Brunnen werden mit Rohrleitungen zusammengefaßt und an eine Kreiselpumpe angeschlossen, die das Wasser aus den Brunnen herauszieht und in die vorgesehene Abflußleitung drückt. Das

[1]) Vgl. Z. Bd. 68 (1924) S. 383.

Ganze kennzeichnet sich somit als ein Pumpverfahren für ununterbrochene gleichmäßige Wasserentziehung aus dem Erdboden.

Als Vorteile des Verfahrens im Baubetrieb sind besonders bemerkenswert die Durchführung der Bauarbeiten in freier, übersichtlicher Baugrube ohne irgendwelche Wasserbeschwerden in kürzester Frist bei höchst erreichbarer Güte des Bauwerkes. Hemmungen durch die soziale Gesetzgebung in bezug auf das Arbeiten im Wasser oder in Druckluft treten nicht auf. Die trockengelegte Baugrube bietet eine unbeschränkte Angriffsfläche für den Einsatz leistungsfähiger Baumaschinen und sonstiger technischer Hilfsmittel zwecks Steigerung der Leistungen und Beschleunigung des Bauvorganges.

Kunstbauten, wie Brückenpfeiler, Hafenmauern, Trockendocks, Schleusen, Krafthäuser, Wehre, Untergrundbahnen, Tiefkeller usw., wurden im In- und Auslande nach dem Verfahren gegründet, während eine ganze Reihe bemerkenswerter Bauausführungen zurzeit unter Anwendung von Grundwasserabsenkung im Gange sind.

Bei Baugruben mit hinreichend abgesenktem Wasserspiegel ist eine Einfassung mit Spundwänden nicht erforderlich, vielmehr können unbefestigte Erdböschungen oder Auskleidungen mit Rundholzversteifungen u. dergl. angeordnet werden, Abb. 6.

Abb. 4 und 5. Verfahren der Grundwasserabsenkung.

Die Grundwasserabsenkung läßt sich mit anderen Bauweisen in vorteilhafter Weise verbinden. Eine besondere Bedeutung haben die eisernen Spundwände für die Ausbreitung des Grundwasser-Absenkungsverfahrens erlangt, so z. B. im Wasserbau.

Auch gestatten sie, die Senkung des Wasserspiegels auf die Baugrube selbst zu beschränken oder den seitlichen Wasserzufluß in die Baugrube abzuschneiden. Bemerkenswert ist ferner die dem Verfahren eigene Anpaßfähigkeit an die Bedürfnisse einer Bauausführung. Die öffentlichen Bauwerke sind nach Grundfläche und Höhe gewachsen. Bei Gründungen müssen immer größere Flächen auf wachsende Tiefen abgesenkt werden. Das Verfahren hat sich auch hier für jede Absenkungstiefe und alle wasserführenden Bodenarten, vom feinsten Meeressand an der holländischen Küste bis zur Moräneablagerung im Felsgebirge Schwedens als brauchbar erwiesen.

Abb. 6. Baugrube mit abgesenktem Grundwasserspiegel.

Die Verwendbarkeit des Gründungsverfahrens trat in auffälliger Weise bei dem Bau der in den letzten Jahrzehnten in Berlin ausgeführten Fluß-Untertunnelungen zutage. Die Bedeutung des Grundwassersenkungsverfahrens beim Bau von Untergrundbahnen ist allgemein bekannt.

Die anfangs verbreitete Befürchtung schädlichen Einflusses auf die Tragfähigkeit des Baugrundes in der Umgebung der Baugrube infolge Entziehung des Grundwassers kann heute auf Grund zahlreicher Bauausführungen als überwunden bezeichnet werden.

Wesentlich ist allerdings, daß eine Absenkungsanlage von sachkundiger Hand gebaut wird, die befähigt ist, die zum Erreichen des Absenkungszustandes erforderlichen Wassermengen dem Erdboden zu entziehen, ohne daß dem Boden Sandteilchen entzogen werden und ohne daß das Gefüge des Untergrundes in Mitleidenschaft gezogen wird. Gerade in der Wirkungsweise einer neuzeitlichen Grundwassersenkungsanlage liegt der wesentliche Unterschied gegenüber dem behelfsmäßigen Verfahren der offenen Wasserhaltung; wird doch bei der letzteren das hydrostatische Gleichgewicht durch offenes Abpumpen in erheblicher Weise gestört, mit der schädlichen Wirkung, daß das Wasser in der Bauwerksohle unter entsprechender Geschwindigkeit frei austritt und ein Aufquellen des Bodens verursacht.

Es ist allgemein üblich, Aushilfsanlagen anzuordnen, um die hinreichende Absenkung auf die erforderliche Tiefe während der ganzen Bauzeit sicherzustellen. Oft begegnet man in Fachkreisen der Befürchtung, daß der Energieverbrauch für die Wasserhaltung unerträglich groß würde. Es ist aber ein wesentlicher Vorteil der Grundwassersenkung, daß die trockengelegte Baugrube die uneingeschränkte Steigerung der Leistungen bei den Bauarbeiten mit allen technischen Mitteln ermöglicht und hierdurch Ersparnisse erreicht werden, die den Energieverbrauch mehr als aufwiegen.

Zusammenfassend ergibt sich, daß das Grundwasserabsenkverfahren technisch und wirtschaftlich vorteilhaft ist. Ihre Anwendungsmöglichkeit ist noch nicht erschöpft und ihre Entwicklung noch nicht abgeschlossen. Von der fortschreitenden Entwicklung zeugt u. a. auch die stetige Vervollkommnung der technischen Einrichtungen und Hilfsmittel, die wesentliche Bestandteile dieses Verfahrens bilden. Die elektrische, unter Wasser arbeitende Tiefbrunnenpumpe scheint dabei berufen und befähigt, dem Absenkungsverfahren ganz neue technische und wirtschaftliche Grundlagen zu geben. [A 290]

Bauausführungen.

Die Arbeiten für das Isarwehr in Oberföhring.

Mitgeteilt von Dyckerhoff & Widmann A.-G., Niederlassung Nürnberg.

Beispiel der Durchführung einer Druckluftgründung und der Herstellung von Spundwänden.

Das Isarwehr in Oberföhring[1]) nutzt das zwischen dem Unterwasserspiegel des untersten Münchener Triebwerkes und dem Oberwasserspiegel des unterhalb Moosburg erbauten Uppenborn-Kraftwerkes vorhandene Rohgefälle von 87,94 m in vier Kraftstufen in einem rd. 54 km langen Kanal aus und erzeugt damit 82 200 PS. Der elektrische Strom wird zusammen mit demjenigen des Walchenseewerkes[2]) dem Bayernwerk zugeführt. Der Kanal verläßt kurz hinter der Abzweigung aus der Isar seine parallele Richtung mit dem Fluß, durchquert das Erdinger Moos und mündet bei Moosburg in die Isar.

Das Stauwehr mit dem Einlaufbauwerk des Isarwehrs vermittelt den Einlauf des Isarwassers in den Werkkanal. Es staut den Mittelwasserspiegel der Isar um 4,45 m. Das Stauwehr besteht aus dem Uferabschluß, der Wehrschwelle, den Strompfeilern von je 3,5 m Breite, vier Öffnungen von je 17 m lichter Weite, in die je eine eiserne bewegliche Schützentafel von 5,65 m Höhe über Flußsohle eingebaut ist. Das Einlaufbauwerk ist unter 45° gegen die Flußachse geneigt, 46,50 m lang und weist acht Öffnungen auf, die mit beweglichen Schützentafeln verschlossen werden können.

Der Untergrund der Wehrstelle gehört, geologisch gesprochen, der Tertiärformation an. Unter geringer Überlagerung von Kies steht sogenannter Flinz an, der mit lettigen und nagelfluhartigen Schichten durchsetzt ist. Um den Bestand des Wehrkörpers gegen Unterspülen infolge des über 5 m betragenden Überdruckes zwischen O.-W. und U.-W. zu sichern, hat man quer zur Flußachse, längs der oberen Begrenzung des Wehrkörpers, eine Betonwand mittels unter Druckluft versenkter Senkkasten bis zu der etwa 14 m unter Flußsohle anstehenden wasserundurchlässigen Lettenschicht hinabgeführt. Die stromabwärts befindliche Begrenzung bildet eine 9 m tief eingerammte eiserne Larsenspundwand.

Abb. 1. Isarwehr bei Oberföhring.

Ebenso ist das Einlaufbauwerk an seiner flußseitigen Begrenzung durch eine 9 m tief eingerammte Larsenwand, die am rechten Widerlager in die Betonquerwand einbindet, geschützt. Abb. 1 zeigt die Ansicht des Stauwehres[3]).

Bauausführung.

Die Durchführung des Baues mit seinen verschiedenen Gründungsarbeiten, den umfangreichen Erd- und Betonarbeiten auf engem Platz in kurzer Bauzeit verlangte die Bereitstellung der verschiedensten Arten von Baumaschinen. Dadurch ist die Baustelle geradezu ein Schulbeispiel für das Zusammenwirken von Maschinenbau und Bauingenieurwesen geworden, und die dabei gewonnenen Erfahrungen weisen eindringlich darauf hin, daß heute der bauleitende Ingenieur über gute allgemein maschinentechnische Kenntnisse verfügen muß, wenn er seiner Aufgabe gewachsen sein soll, ebenso wie der Maschineningenieur auf Baustellen bautechnische und baumaschinentechnische Kenntnisse besitzen muß. Man sollte diesen Umstand bei der Aufstellung der Lehrpläne unserer technischen Hochschulen immer mehr beachten.

Die längs der oberen Begrenzung des Wehrkörpers angeordnete Betonwand hatte eine Länge von 102 m. Sie ist in vier Abschnitte geteilt worden, entsprechend der für die freizulassenden Durchflußöffnungen notwendigen Baugrubeneinteilung. Die vier Senkkasten waren je 4 m breit und 18, 23, 28 und 33 m lang, also ganz außergewöhnlich schlank. Sie sind aus Eisenbeton im Schutze der die Baugrube umschließenden Larsenwände an Ort und Stelle hergestellt und mittels Druckluft versenkt worden. Der Arbeitsraum im Innern des Senkkastens ist im Lichten 3,50 m breit und 2 m hoch und steht mit seinen aus T-Eisen, Normalprofil 26, gebildeten Schneiden auf dem Boden auf.

Die Konstruktion eines Senkkastens ist aus Abb. 2 und 3 zu ersehen. Abb. 4 zeigt einen fertig betonierten Senkkasten mit aufgebauten Schleusen beim Beginn der Druckluftarbeiten.

Der Arbeitsvorgang für eine Druckluftgründung, vergl. dieses Heft S. 707, sei nur ganz kurz beschrieben:

Die in Abb. 4 über dem Eisenbeton-Senkkasten sichtbaren beiden Schleusen dienen dem Personenverkehr, dem Abfahren des im Innern des Arbeitsraumes gelösten Bodenmaterials und dem Einbringen des für die Ausbetonierung des Arbeitsraumes nach der Versenkung erforderlichen Betons. Die Schleusen sitzen auf den sogenannten Schachtrohren, die auf der Decke des Kastens in freigelassenen Öffnungen aufgesetzt sind und die entsprechend dem allmählichen Versenken des Kastens durch Einschaltung von Zwischenstücken verlängert werden. Der Schleusenkörper, ein stehender Zylinder, hat 7,5 m³ Inhalt, die auf dem Bilde ebenfalls sichtbaren Vorkammern einen solchen von etwa 2,5 m³. Mit dem Beginn der Versenkung des Kastens wird die Arbeitskammer unter einem mit fortschreitender Versenkung sich steigernden Luftdruck gesetzt. Von diesem Augenblick ab ist nur noch auf dem Wege des Einschleusens in den Arbeitsraum zu gelangen. Beim Einschleusen von Personen wird zunächst der Vorraum betreten und dann nach außen verschlossen; hierauf wird der Lufthahn, der in Verbindung mit dem Hauptraum steht, geöffnet und unter Beobachtung der behördlichen Vorschriften über die Zeitdauer des Einschleusens der Vorraum mit Druckluft gefüllt; erst nach vollständigem Druckausgleich ist es möglich, vom Vorraum aus die bis dahin verschlossen gewesene Türe zum Hauptraum zu öffnen. Die Tür wird zum nächsten Einschleusungsvorgang sofort wieder geschlossen. In den Arbeitsraum des Senkkastens gelangt man auf den in den Schachtrohren angebrachten Steigleitern.

Der Vorgang der Materialausschleusung ist ähnlich. Das durch Kübel in den Schleusungsrohren hochgezogene Material wird abwechselnd durch die im Boden des Hauptraumes befindlichen Löcher in die Materialhosen entleert, die zunächst von außen verschlossen sind; ist die Hose gefüllt, so wird sie innen verschlossen, durch Bedienung von außen zunächst die mit eingeschlossene Luft durch einen Hahn abgelassen, dann die Hose geöffnet und entleert. Hat auf diese Weise der Senkkasten seine planmäßige Tiefe erreicht, so wird der Arbeitsraum ausbetoniert; das Einschleusen des Betons geschieht umgekehrt wie das Ausschleusen des Materials, indem Hosen in das Innere der Schleuse eingebaut und von außen an der Decke der Schleuse gefüllt werden.

Zum Aufbau und zum Höhersetzen der Schleusen, das durch das stetige Tiefersinken der Kasten von Zeit zu Zeit notwendig wird, dienen Bockkrane, die in Abb. 4 sichtbar sind.

Trotz zweier getrennter Stromnetze hatte man zur Aushilfe noch eine Lokomobile aufgestellt, um auch im Falle des Versagens jeder elektrischen Stromzuführung oder bei Motorschaden usw. gegen Störungen gesichert zu sein. Als Antriebmaschine diente neben der erwähnten Lokomobile ein Drehstrommotor für

[1]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 211 u. f. sowie „Die Wasserkraft“ 1921 Heft 12.
[2]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 1 u. f. sowie „Die Wasserkraft“, 1921, Heft 12.
[3]) Grundriß und Schnitt vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 213 und 214.

Abb. 2.
Querschnitt durch die Betonschürze.

Abb. 3.
Stoßfuge zweier Senkkästen.

380 V und 75 PS. Die Kraft beider Maschinen wurde mit Treibriemen auf zwei Transmissionen übertragen, die durch lösbare Kupplung getrennt oder verbunden werden konnten. Von diesen Transmissionen aus wurden wiederum durch Treibriemen zwei Kompressoren angetrieben. Da aber in der Regel nur eine Antriebmaschine und ein Kompressor zur Erzeugung der erforderlichen Druckluft in Betrieb zu sein brauchten, konnten durch die beschriebene Anordnung jede Antriebmaschine oder auch beide zusammen mit jedem Kompressor oder mit beiden gleichzeitig, je nachdem es der Betrieb erforderte, wechselseitig miteinander verbunden werden. Zwischen die Kompressoren und die zu dem Senkkasten führende Luftleitung war je ein Windkessel zur Schaffung eines Druckausgleiches eingeschaltet.

Die vom Windkessel zu den Schleusen führende Luftleitung bestand aus schmiedeisernen Rohren von 100 mm l. Dmr. In diese Leitung waren zur Reinigung der erzeugten Druckluft Öl- und Wasserabscheider eingebaut, während die vom Kompressor angesaugte Luft vorher schon durch vorgeschaltete Luftfilter gereinigt wurde. Beide Windkessel waren durch eine Ringrohrleitung so verbunden, daß mittels eingeschalteter Absperrventile ein wechselseitiges Umschalten von jedem Windkessel oder von beiden nach jeder Schleuse oder nach beiden möglich war. Jeder Windkessel war mit Druckmessern und Sicherheitsventilen ausgerüstet. Der Druckmesser zeigte den Luftdruck an, der im Arbeitsraum des Senkkastens herrschte, so daß ihn der Maschinenwärter jederzeit überwachen konnte. Das Sicherheitsventil war nach dem jeweils veränderlichen Luftdruck eingestellt und so groß bemessen, daß es die halbe zugeführte Gesamtluftmenge ablassen konnte. Außerdem befand sich an jedem Kompressor eine selbsttätige Regelvorrichtung, die so eingestellt werden konnte, daß sich bei Überschreitung des jeweils erforderlichen Luftdrucks die Saugventile selbsttätig schlossen und somit der Kompressor leer lief. Um zu verhüten, daß bei einem etwaigen Bruch der Luftzuführungsleitung die Druckluft im Kasten abströmte, waren am Ende der Luftleitungen im Kasten Rückschlagklappen angebracht, die sich infolge des im Augenblick des Rohrbruches im Kasten vorhandenen Überdruckes selbsttätig schlossen. Der Arbeitsraum war elektrisch beleuchtet, mit Thermometer, selbstaufzeichnendem Barometer und Fernsprecheinrichtung versehen, durch welche sich die im Arbeitsraum tätigen 25 bis 30 Arbeiter mit dem Baubureau und dem Maschinenraum verständigen konnten.

Für etwa vorkommende Preßlufterkrankungen war außerdem eine Krankenschleuse hinter den Windkesseln aufgestellt. Die Erkrankungen werden durch die Einwirkung der Preßluft auf den Körper der Arbeiter verursacht. Erkältete Personen und auch Alkoholiker sind ihnen besonders stark ausgesetzt. Die Krankheit äußert sich in leichten Fällen in stumpfen Gelenkschmerzen, kann aber auch in schweren Fällen Lähmungserscheinungen hervorrufen. Die Ursache ist meistens zu rasches Ausschleusen. Durch Überführung der Erkrankten in die Druckluft der Krankenschleuse werden die Schmerzen zunächst gelindert, und die Erscheinungen können dann durch langsames Ausschleusen aus der Krankenschleuse beseitigt werden. Der höchste Betriebsdruck im Arbeitsraum betrug 1,4 at.

Die zwischen den vier versenkten Mauerstücken vorhandenen Fugen, deren Ausbildung aus Abb. 3 zu ersehen ist, mußten besonders gedichtet werden. Dies geschah bei der ersten Fuge mittels einer Taucherglocke. Diese, aus Eisenblech bestehend, hatte kreisrunden Querschnitt und eine Höhe von 2 m; der Durchmesser war so bemessen, daß zwischen der Glocke und den Umschließungswänden der Fuge noch ein Zwischenraum von 20 cm verblieb. Der 50 cm große Abstand zwischen den beiden aneinander stoßenden Mauerstücken war mit Larsenwänden abgespundet, um ein Nachrutschen des umgebenden Erdreichs beim Ausheben der Fuge zu vermeiden. Beim Versenken der Taucherglocke zeigte es sich jedoch, daß der außerhalb der Glocke anstehende Flinz durch die aus ihr entweichende Luft ganz außergewöhnlich stark angegriffen und zerstört wurde. Festgebliebene Flinzteile setzten sich, nachdem dieser einmal in Bewegung gekommen, zwischen der Fugenwand und der Taucherglocke fest, und es bedurfte oft außerordentlich mühseliger Arbeit, bis die Glocke wieder freigemacht und das Absenken fortgesetzt werden konnte. Auf Grund dieser mit der Taucherglocke gemachten schlechten Erfahrungen wurden die beiden übrigen Fugen, die aber dieselbe Form hatten wie die erste, als offene Baugrube behandelt und gedichtet. Das hierbei angewendete Verfahren hat sich außerordentlich bewährt und wurde zum Patent angemeldet.

Abb. 4. Schleusenbau über dem Senkkasten.

Spundwände.

Die Herstellung der Larsenwände machte die verschiedenartigsten und umfangreichsten Rammarbeiten notwendig. Zur Verwendung kamen Universal-Rammen mit unmittelbar wirkendem Dampfbär von 2800 kg Gewicht, Rammen mit Freifallbär und Nachlaufkatze und mit Reibungswinde. Die Rammungen mußten

teilweise unter Zuhilfenahme einer Spüleinrichtung durchgeführt werden. Zu rammen waren insgesamt etwa 600 m Spundwand, bei einer Rammtiefe bis zu 9 m. Die Rammungen wurden teils vom Erdboden, teils mit schwimmenden Rammen und teils von festen Gerüsten aus ausgeführt.

Beim Ziehen der lediglich der Baugrubenumschließung dienenden eisernen Spundwände ergaben sich zum Teil außerordentliche Schwierigkeiten. Die beiden Pfahlzieher (vgl. dieses Heft S. 712) wurden teils mit Dampf, teils mit Druckluft von 5 bis 7 at betrieben. Bei Verwendung von Druckluft wurden wesentlich günstigere Ergebnisse erreicht als mit Dampf. Das Schwierigste bei dieser Arbeit ist das erste Lockern der eingerammten Bohlen, das bei manchen Bohlen oft viele Stunden in Anspruch genommen hat. In vielen Fällen mußte man, um überhaupt zum Ziel zu kommen oder die Arbeit wenigstens zu erleichtern, den Boden erst durch Spülen lockern. Zu diesem Zwecke wurde vor und hinter der Bohle ein 50 mm - Rohr unter Wasserdruck bis 5 at bis auf die Tiefe des Bohlenendes getrieben und der Boden durch das eingeführte Druckwasser gelockert.

Die Wasserhaltung in den einzelnen Bauabschnitten wurde mit elektrisch betriebenen Kreiselpumpen betätigt, wozu für Baugruben mit 1600 bis 4000 m^2 Grundfläche 1 bis 3 Pumpen von 250 bis 300 mm Dmr. erforderlich waren.

Die Verbreiterung des Flußbettes erforderte die Entfernung von rd. 100 000 m^3 Boden, der linksufrig durch einen Eimerbagger (Anteil von 40 000 m^3), am rechten Ufer durch einen 1,5 m^3-Löffelbagger ausgehoben wurde. Der Boden wurde mit sechs Lokomotiven von 60 cm Spur und 45 bis 60 PS und etwa 80 Kastenkippern abgefahren. Zur Lösung des Flinzbodens beim Eimerbagger mußte zum Teil gesprengt werden. Außerdem wurden etwa 5000 m^3 mit der Hand gelöst und mit einem Schrägaufzug befördert. Der Kies wurde aus einer nahe gelegenen Kiesgrube mit Vierseilgreiferkran gewonnen. Dieser Greiferkran fand noch Verwendung beim Entfernen der Vorwurfsteine des Uferschutzes.

Zur Betonbereitung (rd. 30 000 m^3) dienten zwei elektrisch betriebene Beton-Mischmaschinen mit je 750 l Füllung, zur Anfuhr Muldenkipper, zur Hochförderung elektrisch betriebene Doppelaufzüge. Für das Stampfen wurden Preßluftstampfer verwendet.

Eine Baustelle mit so umfangreichem und vielseitigem Maschinenpark erforderte selbstverständlich eine guteingerichtete, mit allerlei Werkzeugmaschinen ausgestattete Ausbesserwerkstätte und ein gut versorgtes Magazin. Es waren vorhanden: Drehbank, Bohrmaschine, Schmirgelschleifmaschine, Schmiedefeuer, autogene Schweiß- und Schneidevorrichtungen, elektrische Handbohrmaschinen u. a. Das Magazin war mit den erforderlichen Ersatzteilen, Verbrauchsmaterialien und Werkzeugen entsprechend ausgerüstet. [A 280]

Die Fördereinrichtungen beim Bau der Schwarzenbach-Talsperre.

Von Dr.-Ing. Max Enzweiler, Prokurist der Siemens-Bauunion.

Die Fördereinrichtungen für den Bau der Talsperre am Schwarzenbach unter besonderer Berücksichtigung der Brech-, Mahl- und Betonbereitungsanlage werden beschrieben. In einem einzigen 20 m hohen Gebäude reihen sich alle Arbeitsvorgänge vom Einfahren der Brechersteine bis zur Ausfahrt des fertigen Betons kettenartig so aneinander, daß der Betrieb möglichst selbsttätig durchgeführt wird.

Im Jahre 1922 hat die Badische Landes-Elektrizitäts-Versorgung A.-G. Karlsruhe den zweiten Ausbau des Murgwerkes in Angriff genommen[1]). Der erste Ausbau, der im Kriege begonnen wurde, umfaßt die Ausnutzung der Murg selbst, die mit Hilfe eines 10 m hohen Wehres in einem Becken mit nur 190 000 m^3 Inhalt gestaut wird. Der zweite Ausbau sieht die Ausnutzung des Schwarzenbaches, eines Zubringers der Murg, vor, dessen Wassermengen mit einer 70 m hohen Sperre in einem Becken von 15 Millionen m^3 aufgespeichert werden; durch einen 2 km langen Druckstollen und eine etwa 350 m lange Druckrohrleitung wird das Wasser nach dem bereits im ersten Ausbau hergestellten, jetzt in Erweiterung begriffenen Kraftwerk bei Forbach hingeleitet, Abb. 2. Ausgebaut wird das Werk zunächst auf 30 000 kW. Die Schwarzenbach-Talsperre, die zurzeit im Bau ist, wird, wie in den neueren Zeiten fast alle Talsperren ausgeführt worden sind, aus Gußbeton mit eingelagerten Felsblöcken errichtet. In dieser Abhandlung sollen die zur Bewältigung der großen Massen gewählten Fördereinrichtungen näher behandelt werden.

Abb. 1. Umbau des Bahnhofs Raumünzach mit der unteren Endstrecke des Schrägaufzuges.

Beim Bau der Schwarzenbach-Talsperre handelt es sich um folgende Arbeiten: Herzustellen sind etwa 290 000 m^3 Beton mit Felsblockeinlagen; dazu ist erforderlich außer der Gewinnung einer entsprechenden Menge von Bruchsteinen die Zerkleinerung von rd. 180 000 m^3 Bruchsteinen zu Schotter und Sand, das Heranfahren von 17 000 t Zement, von 28 000 t Traß, von 16 000 t Kalk, die Verarbeitung von 12 000 m^3 Holz, die Anlieferung von rd. 125 000 kg Sprengstoff, der Aushub von 85 000 m^3 Fels, die Beseitigung von rd. 70 000 m^3 Abraum, schließlich die Anlieferung von Baumaschinen, Baracken, Rollbahnmaterial, Geräten usw. in der Gesamtmenge von 6000 t. Die Baustelle selbst liegt in dem mit verhältnismäßig flachen Hängen ausgebildeten Schwarzenbachtal 650 m über dem Meeresspiegel und etwa 350 m höher als die nächste Bahnstelle, die etwa 4 Wegekilometer entfernt liegt.

Die Beförderung in den ersten Monaten wurde ausschließlich mit Lastkraftwagen besorgt, die die ersten Großgeräte auf der Landstraße zur Baustelle führen mußten, bis die beabsichtigten Förderanlagen fertig waren. 7 Lastkraftwagen mit Anhänger, die täglich in Betrieb waren, reichten nicht aus, um das anrollende Gerät auf die Baustelle zu fahren, so daß Verstopfungen des kleinen Bahnhofes Raumünzach in den ersten Monaten der Baueinrichtung häufiger vorkamen. Die Anfuhr mit Motorwagen über die Landstraße, die zudem in den Wintermonaten wegen der Schneeverhältnisse nahezu vollständig aussetzte, wurde laufend mit der Fertigstellung der beabsichtigten Einrichtungen eingeschränkt und schließlich ganz still gelegt.

Der Bahnhof Raumünzach als Ausgangsbahnhof für alles ankommende Gerät, für die Bindemittel und etwaige Baustoffanfuhren wurde zunächst für den Zweck der Aufnahme eines größeren Ladeverkehrs umgebaut, Abb. 1. Neben einem besonders geschaffenen Abstellgleis wurden tiefer angelegte Ladegleise eingebaut, um die ankommenden Frachtstücke mit geringen

[1]) s. Z. Bd. 67 (1923) S. 429.

Kosten umzuladen. Zur Überwindung des Höhenunterschiedes vom Bahnhof Raumünzach zur Sperre von insgesamt 350 m wurde auf dem Waldhang ein Schrägaufzug vom Bahnhof ausgehend angelegt, der am oberen Ende seine Fortsetzung in einer nahezu wagerecht angelegten elektrischen Förderbahn fand, die bis an die Beschickeinrichtungen der Sperre selbst heranreicht, Abb. 2.

An Stelle des Schrägaufzugs war auch eine Luftseilbahn in Erwägung gezogen. Die Luftseilbahn hat ohne weiteres den Vorteil eines ununterbrochenen Betriebes und macht sich unabhängig von Witterungseinflüssen. Sie gestattet außerdem die möglichst unmittelbare Luftlinienverbindung, insofern sie sich an keine Geländeschwierigkeiten zu binden braucht. Anderseits bestanden für die Errichtung eines Schrägaufzuges in der Hauptsache Vorteile in den geringeren Anlagekosten, sowie in der Möglichkeit einer kürzeren Fertigstellungsfrist. Es kam hinzu, daß der Schrägaufzug besser in der Lage ist, auch sperrige Güter sowie solche größeren Gewichtes zu befördern, als es bei der Seilbahn möglich ist. Schließlich waren die Nachteile der Abhängigkeit von der Witterung deshalb nicht so ausschlaggebend, weil eine vollständige Abgeschlossenheit der Baustelle auch in den ungünstigsten Wintermonaten nicht erwartet zu werden brauchte und für die kurze Zeit, wo der Schrägaufzug mit Förderbahn wegen Witterungseinflüsse ausgeschaltet werden müßte, an ein praktisches Arbeiten an und für sich nicht gedacht werden kann.

Abb. 2. Lageplan für den zweiten Ausbau des Murgwerkes.

Der Schrägaufzug ist eingleisig mit einer Ausweiche in der Mitte angeordnet. Er hat eine Spurweite von 1,20 m. Die vollen Wagen werden von der einen Seite auf den Schrägaufzug hinauf und die leeren Wagen auf der entgegengesetzten Seite herabbefördert. Die durchschnittliche Neigung des Schrägaufzuges beträgt 1 : 2,5; er überwindet einen Höhenunterschied von 270 m und hat eine Länge von 800 m. Die Wagen sind so gebaut, daß sie zwei normale Kastenkipper von 900 mm Spur gleichzeitig aufnehmen können. Der Schrägaufzug hat danach eine Nutzlast von 5,6 t. Eine Feststellvorrichtung an den Wagen selbst verhindert die Bewegung der aufgesetzten Kastenwagen. Der Betrieb dient lediglich der Beförderung von Gütern. Die Geschwindigkeit beträgt 1,5 m/s, die Zugkraft 40 t am Haken. Die Leistungsfähigkeit des Schrägaufzuges ist auf 140 t in 8 h bemessen. Zur Verständigung mit dem Verladebahnhof und dem am obern Ende eingebauten Maschinistenhaus dienen Fernsprech- und Klingelanlagen mit Rückmeldung.

Um mehrmaliges Umladen zu vermeiden, werden die mit Frachtgut beladenen Wagen vom Abstellgleis des Bahnhofes aus auf einer Rampe auf den Wagen des Schrägaufzuges mit einer besonderen Seilwinde heraufgezogen, Abb. 1 und 3. Am oberen Ende des Schrägaufzuges laufen die Wagen unmittelbar in die Gleisanlage der elektrischen Waldbahn. Die leeren, abwärts gehenden Wagen fahren am oberen Ende des Schrägaufzuges auf eine Schiebebühne und werden von dieser aus in den Wagen des Schrägaufzuges hineingeschoben, ohne die ankommenden Wagen zu behindern. Am unteren Ende des Schrägaufzuges werden die leeren Wagen, um die ankommenden nicht zu behindern, nach der entgegengesetzten Seite abgestoßen und gelangen mit eigener Kraft wieder ins Ladegleis. Der Schrägaufzug dient im wesentlichen zur Beförderung der Bindemittel, der Verbrauchs- und Betriebstoffe, der Ersatzteile für Baumaschinen und der Heranfuhr der Lebensmittel. Er hat sich im Betrieb als außerordentlich praktisch herausgestellt, insofern die Zahl der Störungen äußerst gering gewesen ist.

Die elektrische Waldbahn als Verbindung des oberen Endpunktes des Schrägaufzuges mit der Sperre ist eingleisig mit 900 mm Spur verlegt und 1,4 km lang. Von wesentlichem Vorteil bei der Entwicklung der Baustelleneinrichtung war die noch vor dem Beginn des Baues erfolgte Umstellung auf einen Steinbruch, der in demselben Hang gelegen ist, durch den die Waldbahn führt. Daher wurde einerseits die Wirtschaftlichkeit der Waldbahn recht günstig beeinflußt und anderseits wurden die Förderloko-

motiven richtig ausgenutzt. Von den für die Sperre erforderlichen 290 000 m³ Beton sind fast alle Baustoffe im Steinbruch zu gewinnen. Der beim Felsaushub für die Gründung der Sperre gewonnene Fels wird zwar mit verarbeitet, er bildet jedoch im Verhältnis zur erforderlichen Masse nur einen kleinen Bruchteil, so daß die Fördereinrichtungen hauptsächlich vom Steinbruch ausgehen müssen.

Um die Tagesleistung (i. M. 750 m³ Betonmasse = 675 m³ gebrochene Felsmasse) zu erreichen, war die Wahl ausreichender und zweckentsprechender Fördereinrichtungen im Steinbruch von großer Bedeutung. Lange und ergiebige Abbauflächen nebst guten Ladeeinrichtungen sind hier die Hauptmittel. Nach Beseitigung des Abraumes in dem Steinbruch, wozu im wesentlichen ein 2 m³-Löffelbagger diente, ist der Steinbruch selbst in drei Stufen in Angriff genommen worden. Die untere Stufe dient in der Hauptsache zur Gewinnung von Verblendsteinen, die in einer Gesamtmenge von 6000 m³ für die Mauer gebraucht werden. Die Beförderung besorgen kleine Derrickkrane auf Plattformwagen von 600 mm Spur, die auf einer elektrisch betriebenen Gleisbahn unten im Tal etwa 70 m tiefer als die oben erwähnte Waldbahn an die Sperre heranlaufen; hier werden die Verblendsteine mit Hilfe eines fahrbaren Turmdrehkranes auf der Mauer versetzt, Abb. 4.

Abb. 3. Schema des Betriebes für das Be- und Entladen des Schrägaufzuges.

Abb. 4. Einbringen des Verblendmauerwerkes.

Abb. 5. 4 m³-Elektrobagger für Steinbruchbetrieb.

Die mittlere und die obere Stufe bilden die eigentliche Gewinnungsstelle der Bruchsteinmassen, die zum Betonieren verwendet werden sollen. Die Struktur des Steinbruches ergibt, daß in der mittleren Stufe in der Hauptsache Felsblöcke für Einlagerungssteine gewonnen werden. Die Abbaulänge dieser Stufe beträgt im Höchstfalle 250 m, eine Länge, die nur dadurch erreicht wurde, daß man das „Schneiderköpfle" rückwärts umfaßte. Die Gleisanlage am Steinbruch hat 900 mm Spur, was schon deshalb notwendig war, um die Wagen auf die oben genannte Förderbahn überführen zu können. Die mit Hilfe von flüssiger Luft gesprengten Felsmassen werden mit Hilfe mehrerer Löffelbagger auf die besonders ausgebildeten Steinförderwagen geschafft, wo sie zunächst ungewaschen zu Zügen zusammengestellt in die Förderbahn gelangen. Hier wurde zum ersten Mal im Tiefbaubetrieb in Deutschland ein 4 m³-Elektrolöffelbagger benutzt, Abb. 5, der sowohl gestattet, Felsblöcke bis zu 2 m³ Größe aufzuladen, als auch gleichzeitig wegen seiner Ausladung von 13 m eine große Entfernung zwischen der Bruchwand und dem Gleis zuläßt. Diese große Entfernung verhindert das beim Sprengen sonst so nachteilige Verletzen oder Verbiegen der Schienen. Der 4 m³-Löffelbagger mit einem Gesamtgewicht von 200 t und einer Ausrüstung von 4 Motoren von zusammen 520 PS, mit einer Spannung von 3000 V, läuft auf 4 Walzen und ist dadurch trotz seines großen Gewichtes außerordentlich beweglich. Neben den Löffelbaggern helfen Derrickkrane dort aus, wo die Verhältnisse dies erfordern. In der oberen Stufe des Steinbruches werden schließlich Steine für Schotterzwecke gebrochen. Die Gleisanlagen der oberen und der mittleren Stufe laufen in der Förderbahn zusammen. Die untere Stufe, die, wie oben gesagt, in der Hauptsache Verblendsteine abwirft, ist mit einer Seilrampe von 900 mm Spur mit der Gleisanlage des mittleren Steinbruches und damit auch mit der Förderbahn in Verbindung gebracht. Dieser Schrägaufzug stellt gleichzeitig eine Verbindung dar zwischen der Talsohle und der zukünftigen Mauerkrone, auf der die Hauptfördereinrichtungen aufgestellt sind.

Die Förderkübel für die Quadersteine, die in den Beton versenkt werden, bestehen aus eisernen Rosten von einer Grundfläche von 1,8 × 2,50 m², die auf einem Untergestell aufgesetzt sind, so daß es möglich ist, von allen Seiten an die Steine zur Reinigung heranzukommen. Neben diesen Fördergefäßen waren auch Plattformwagen mit 3 niedrigen Stirnbrettern in Betrieb, die sich gut bewährten, jedoch für die Reinigung nicht so günstig waren. Die Steinförderwagen sind eingerichtet für Steine bis zu 2 m³ Inhalt oder für mehrere im gleichen Gesamtvolumen. Durch Lösen der Ketten an zwei Aufhängepunkten kippt der Kübel und entleert seinen Inhalt. Auf dem Wege vom Steinbruch zur Sperre werden die Steinförderwagen an der Steinwäsche vorbeigefahren, wo sie Aufenthalt nehmen. Die Reinigung erfolgt mit Hilfe mehrerer Schläuche, aus denen das Wasser mit einem Druck von 2 at austritt. Das Wasser wird mit Hilfe einer Hochdruckpumpe aus dem Schwarzenbach 500 m hoch in einen Hochbehälter gepumpt, von wo es in einzelnen Abzapfstellen zur Reinigung entnommen werden kann. [A 320] (Schluß folgt.)

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

NR. 28 SONNABEND, 12. JULI 1924 BD. 68

INHALT

Das Kraftwerk Burghausen der Alzwerke G. m. b. H.

Maschinen- und Schaltanlage.

Von Georg Wolff, München.

Nach kurzen Angaben über Lage, Zweck, Besitzverhältnisse, Wassergefäll und Leistung des Werkes wird seine Maschinen- und Schaltanlage eingehend beschrieben und besonders auf die angewendeten neuzeitlichen Schutzeinrichtungen gegen Betriebsstörungen eingegangen. Schließlich wird auf die Bedeutung zweier angeschlossener elektrischer Dampfkessel für die restlose Ausnützung der Wasserkraft hingewiesen.

Seit dem Frühjahr 1923 befindet sich das Kraftwerk Burghausen, über dessen wasserbautechnische Ausführung in Z. Bd. 67 (1923) S. 462 bereits berichtet worden ist, in vollem Betriebe. Damit wird die Alz, die den Abfluß des Chiemsees nach dem Inn bildet, auch auf ihrer untersten Gefällstrecke in wirtschaftlicher Weise ausgenützt, und zwar ebenso wie in der Mehrzahl der oberen Stufen, für Zwecke der chemischen Großindustrie.

Lage und Größe des Werkes.

Das erhebliche Rohgefälle Kraftwerkes beträgt bei der Strecke zwischen Hirten und der Alzmündung konnte dadurch in einer einzigen Stufe erfaßt werden, daß man den Werkkanal über die Hochebene zwischen der Alz und ihrem Parallelfluß, der Salzach, hinwegführte und den Absturz zu dem tief eingeschnittenen Salzachbette bei Holzfeld nördlich von Burghausen für die Anlage des Kraftwerkes, Abb. 1 und 2, mit einem mittleren Nutzgefälle von 63,5 m benutzte. Für diese Ortwahl mitbestimmend war der Umstand, daß die Hochebene am Salzachtale der „Dr.-Alexander-Wacker-Gesellschaft für elektrochemische Industrie", die im Jahre 1916 den Ausbau der Wasserkraft in Angriff nahm, geeignetes Gelände in unmittelbarer Nähe des Kraftwerkes für ihre chemischen Werkanlagen bot und somit die Energieübertragung dahin ohne Umspannung und lange Leitungen möglich wurde. Nachdem sich von 1918 ab auch der Deutsche Reichsfiskus an dem Ausbau der Wasserkraft beteiligte und von ihm mit der Wackergesellschaft zum Zwecke der Fertigstellung und Betriebsführung der Anlage die „Alzwerke G. m. b. H." gegründet worden war, wurde die Übertragung der dem Reich zustehenden Hälfte an erzeugter elektrischer Energie nach dem Karbidwerk der Bayerischen Kraftwerke in Hart a. d. Alz auf eine Entfernung von 18 km erforderlich und hierfür auf dem Gelände Holzfeld ein besonderes Umspannwerk mit anschließender Freileitung von 50 000 V errichtet.

Blick in den Maschinenraum vom Kommandoraum aus.

Die Höchstleistung des Kraftwerkes beträgt bei der behördlich genehmigten Wassermenge von 60 m³/s rd. 40 000 PS, die mittlere Jahresleistung 28 000 PS, was eine jährliche Arbeit von rd. 170 Mill. kWh bedeutet.

Maschinenanlage.

Turbinen. Zur Aufstellung gelangten 5 Francis-Zwillingsturbinen[1]) der Firma J. M. Voith, Heidenheim, von je 10 000 PS Leistung bei 500 Uml./min, die durch 5 halb in Kies eingebettete Druckrohre von 2,6 m l. W. mit dem Wasserschloß in Verbindung stehen, wo für die Regelung des Wasserzulaufs elektromotorisch angetriebene Freifallschützen angeordnet sind. Wird eine Kupplung im Antrieb ausgelöst, was elektrisch, auch vom Maschinenhaus und von der Schaltanlage her, geschehen kann, bei einem Rohrbruch aber selbsttätig durch Wirkung einer im Rohr pendelnden Stauscheibe eintritt, so schließt die betreffende Freifallschütze durch ihr Eigengewicht innerhalb 35 s das Druck-

[1]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 355

rohr ab. Vom Einbau einer besonderen Schnellschlußvorrichtung konnte somit Abstand genommen werden. Vor jeder Schütze ist der übliche Notverschluß und ein Feinrechen angeordnet, dessen Säuberung eine fahrbare, ebenfalls elektromotorisch betriebene Rechenreinigungsmaschine besorgt, wobei das Rechengut selbsttätig in einen auf Schienen laufenden Muldenkipper ausgeleert wird.

Zur Abführung des Überschußwassers dient neben einem 50 m langen Überfall am Einlaufbecken und einer Grundschleuse eine drehbare, durch Gegengewicht gehaltene, für verschiedene Wasserspiegelhöhen einstellbare Stauklappe, die bei Steigen des Wasserdruckes nachgibt und damit den Durchfluß gestattet. Auch das Treibeis findet seinen Weg über diese Stauklappe hinweg, die sich erforderlichenfalls ganz umlegen läßt. Zwei neben den Druckrohren vollständig eingebettete Leerlaufrohre von 3 m l. W.

Abb. 1. Schnitt durch Wasserschloß, Druckrohrleitung und Maschinenhaus.

führen das Überschußwasser dem Unterwassergraben zu und münden dort frei in ein mit Steinblöcken gepflastertes Tosbecken aus.

Die Turbinen (Z. 1924 S. 356 Abb. 23) haben sogenannte Stirnkessel von 4,5 m Länge und 3,2 m Dmr., die aus Stahlblech genietet und axial vor die kegelig erweiterten Druckrohrenden gesetzt sind. Die Stirnwände, Leitapparate und Laufradkränze sind aus Stahlguß, die eingegossenen Schaufeln aus Stahlblech. Der gußeiserne zweiteilige Doppelsaugkrümmer ist durch ein 2,5 m langes Blechsaugrohr mit dem im Grundmauerwerk ausgesparten Betonkrümmer verbunden, dessen oben runde Querschnittsform unten in eine rechteckige übergeht.

Jede Turbine hat nur ein Lager, das in dem gußeisenen, in den Kessel eingenieteten, offenen Einsteigrohr untergebracht und von hier aus zugänglich ist. Es ist als Kammlager mit beweglichen Schuhen ausgeführt, wobei der durchbohrte Kammzapfen durch eingespritztes Wasser gekühlt wird, das dem Deckelraum der Turbine entnommen ist. Das andere Ende der 5 m langen Turbinenwelle von 325 mm Dmr. ist mittels angeschmiedeten Flansches starr mit der Dynamowelle verbunden. Wellenstopfbüchsen sind nicht vorhanden, vielmehr wird das Spaltwasser durch ein Labyrinth gedrosselt und durch Rohre abgeführt, so daß an den Austrittstellen der Welle Spritzringe genügen. Eine Entwässerleitung mit Schieber gestattet das Ablassen des Wassers aus Rohrleitung und Turbine durch das Saugrohr.

Die Verstellringe der Leiträder werden von zwei die Kesselstirn durchdringenden, miteinander gekuppelten Wellen mittels Hebel und Lenker getragen und bewegt. Die hydraulischen Geschwindigkeitsregler arbeiten mit Öldruck, wobei die Ölleitungen sämtlicher 5 Regler und Windkessel miteinander in Verbindung stehen, und haben Vorrichtungen zum Verstellen der Drehzahl von Hand oder auf elektrischem Wege vom Kommandoraum der Schaltanlage aus. Am Ende der Reglerwellen sind mit Gleichstrom gespeiste elektrische Gleitwiderstände angebracht, die mit Spannungsmessern im Kommandoraum in Verbindung stehen und deren Ausschlag so beeinflussen, daß daran die jeweilige Leitschaufelöffnung erkennbar ist.

Nach den Gewährleistungen betragen die Nutzeffekte der Turbinen je nach Gefäll und Beaufschlagung 73 bis 82,5 vH; die Drehzahlschwankungen bei plötzlichen Belastungsänderungen überschreiten im Höchstfalle nicht 12 vH, und die Drucksteigerung im untersten Teile der Rohrleitungen ist bei plötzlicher Entlastung um 10 000 PS nicht größer als 50 vH des gesamten Rohgefälles. Hierfür sind die Rohrleitungen bemessen. Von besonderen Absperrvorrichtungen neben den verstellbaren Leitschaufeln konnte bei den vorliegenden Verhältnissen abgesehen werden, zumal es, wie schon erwähnt, möglich ist, sowohl von den Turbinen als auch vom Kommandoraum aus auf elektrischem Wege die Freifallschützen im Wasserschloß auszulösen und damit den Zufluß zu den Druckrohren rasch abzusperren.

Die von den Siemens-Schuckertwerken für eine Leistung von 9000 kVA bei 10 000 bis 11 000 V Spannung und 50 Per./s gebauten Drehstromerzeuger, Abb. 3, weisen je nach Belastung einen Nutzeffekt von 94,8 bis 96,8 vH bei $\cos \varphi = 1$ auf, sind vollständig gekapselt und mit wassergekühlten Lagern versehen.

Das Polrad mit einem $GD^2 = 108\ t\ m^2$ besteht aus 6 vollen aufgeschrumpften schmiedeisernen Scheiben, worin die 12 vollen

Abb. 2. Lageplan des Kraftwerkes.

Pole mit Schwalbenschwanz eingesetzt sind, und hat Lüftungsflügel für eine Förderung von 16 m³/s Luft, die durch den Ständer hindurchgedrückt werden. Die Polwicklung ist in Flachkupfer hochkant ausgeführt.

Besondere Sorgfalt erfuhr der hohen Betriebspannung wegen die Isolation der Ständerwicklung (Anker); die mehrfach parallelgeführten Flachkupferleiter sind ohne Verwendung von Faserstoffen durch Reinglimmer voneinander getrennt und gemeinsam mit einer Glimmerhülse umpreßt, was Lufträume im Innern der Hülse ausschließt. Die Anfänge der Ständerwicklung sind besonders stark isoliert und die Wickelköpfe kurzschlußsicher abgestützt. Der bei der Kurzschlußprüfung oscillographisch aufgenommene Stoßkurzschlußstrom ergab einen Spitzenwert von etwa dem 13fachen Nennstrom und wurde anstandslos ausgehalten; ebenso wird eine Drehzahlerhöhung um 80 vH von den Generatoren ertragen. Die angebauten Erregermaschinen sind für 45 kW bei 220 V bemessen und haben Wendepole.

Die Luft für die Kühlung wird den Stromerzeugern durch die Fundamentgruben und einen neben diesen die ganze Länge des Maschinenhauses durchlaufenden Frischluftkanal, Abb. 3 und 4, zugeführt, dessen beide ins Freie mündende Enden von Schutzhäuschen überdeckt sind und vergitterte Öffnungen mit verstellbaren Verschlußklappen haben; in diesem Kanal sind auch die Maschinenkabel verlegt. Die erwärmte Luft entweicht aus den Generatoren nach unten in den Abluftkanal, der ebenfalls durch die ganze Länge des Maschinenhauses geführt ist und an beiden Enden ins Freie mündet, daneben aber mit dem Kabelkeller des Schalthauses in Verbindung steht, so daß dieses im Winter durch die Abluft geheizt wird. Auch das Maschinenhaus läßt sich durch Öffnen von Klappen in den Stromerzeugergehäusen mittels Abluft heizen, und ferner gestatten es die Verschlußeinrichtungen auch, die Luft für die Stromerzeugerkühlung dem Maschinenhause wieder zu entnehmen, so daß ein geschlossener Luftkreislauf entsteht. Diese Maßnahme ist besonders wertvoll, damit bei auftretenden starken Herbstnebeln das Ansaugen von Feuchtigkeit aus dem Freien vermieden wird, und läßt sich dann um so leichter anwenden, als die Wasserverhältnisse zu dieser Zeit nicht alle Stromerzeuger voll zu belasten gestatten.

Abb. 3. Schnitt durch einen Stromerzeuger.

Eine Abschlußmöglichkeit der einzelnen Stromerzeuger vom Luftkreislauf war zunächst nicht vorgesehen, man entschloß sich jedoch zu einer solchen noch nachträglich, um einen etwa vorkommenden Generatorbrand leichter ersticken zu können. Zu diesem Zwecke wurden in die Zugangskanäle jeder Fundamentgrube und in den Abluftstutzen drehbare entlastete Verschlußklappen eingebaut und durch Gestänge mit einer Welle verbunden, die von einer neben dem Generator auf Maschinenhausflur stehenden Antriebvorrichtung gesteuert und in gewünschter Lage festgehalten wird. Im Gefahrfalle genügt das Ziehen eines Handgriffes, um den Antrieb zu entkuppeln, worauf sich die Klappen unter Wirkung von Gegengewichten schließen. Gleichzeitig kann durch passende Ventile aus bereitstehenden Behältern verdichteter Stickstoff in das Generatorgehäuse eingeblasen und so dem Brandherde weitere Nahrung entzogen werden. Die Verwendung von Dampf, die zu gleichem Zweck an andern Orten mit Erfolg versucht worden ist, verbietet sich leider bei einem reinen Wasserkraftwerk von selbst.

Die fünf Maschinensätze sind in der 59 m langen und 16 m breiten Maschinenhalle, s. Titelbild sowie Abb. 4 und 6, in 8 m Achsenabstand aufgestellt. Ihnen sind in gleicher Zahl kleine an den Mauerpfeilern stehende Schaltschränke zugeordnet, die je einen Leistungszeiger, einen Kommandoapparat zur Verständigung mit dem Schalthaus, ein Fernthermometer für Messung der Generatortemperatur, sowie einen schon erwähnten Gefahrdruckknopf nebst Signallampen zum Auslösen der zugehörigen Freifallschütze im Wasserschloß tragen. Ferner stehen im Maschinenraum zwei Drehstrom-Gleichstrom-Motorgeneratoren von je 30 und 70 kW Leistung und die beiden Antriebmotoren mit senkrechter Welle für zwei in einem Schacht des Grundmauerwerks sitzende Lenzpumpen, die zum Entleeren der Kanäle von etwaigem bei Hochwasser eingedrungenem Wasser bestimmt sind.

Abb. 4. Längsschnitt durch das Maschinenhaus.

Obergeschoß

Erdgeschoß

Abb. 5 und 6. Grundriß vom Maschinen- und Schalthaus.

a Maschinenraum
b Umformergruppen
c öllager
d ölaufbereitung
e Werkstätte
f Schmiede
g Lagerräume
h Ölschalterräume
i Wasserwiderstand
k Frischluft
l Abluft
m Schaltraum
n Batterie
o Zellenschalter
p Meisterzimmer
q Sammelschienen

Im südlichen Teile des von einem Laufkran von 36 t Tragfähigkeit bestrichenen Maschinenhauses ist für Ausbesserarbeiten ein größerer Raum freigelassen, in den ein Normalspurgleis mündet, das sich außerhalb des Gebäudes an die untere Plattform eines Schrägaufzuges von 7,5 m Spurweite anschließt, Abb. 2. Dieser durch ein elektrisches Seiltriebwerk betätigte Aufzug überwindet unter 30° Neigung den Höhenunterschied von 50 m bis zum Fabrikgelände der Wackergesellschaft, wo er Anschluß an die Werkbahn und damit an das Staatsbahnnetz findet. Mit dem Schrägaufzug können Eisenbahnwagen bis zu 30 t Nutzlast vom und zum Maschinenhaus befördert werden.

Der sich an das Maschinenhaus südlich anschließende mehrstöckige Bau enthält im Erdgeschoß die Werkstatt und andere Betriebsräume, im Obergeschoß den Kommandoraum der Schaltanlage. Daran ist nach Osten zu rechtwinklig zum Maschinenhaus das Hochspannungsschalthaus angebaut. Am Rande des Unterwasserkanals und mit diesem durch Ein- und Auslauf in Verbindung stehend ist ein von einem besonderen Häuschen überdeckter Schacht für einen Wasserwiderstand für Versuchsbelastungen der Stromerzeuger ausgespart.

Für die von den Siemens-Schuckertwerken nach den Plänen der Wackergesellschaft ausgeführte

Schaltanlage

ergab sich eine sehr einfache und übersichtliche Gestaltung, da der Strom vom Kraftwerk aus nur durch Kabel mit der Generatorspannung von 10 000 V übertragen wird und somit Umspannungen sowie Freileitungsanschlüsse nicht in Betracht kamen. Das Hauptschaltbild, Abb. 7, zeigt in einpoliger Darstellung die beiden ringförmigen, durch Trennschalter unterteilten Sammelschienensätze, an die einerseits die Stromerzeuger, anderseits die größtenteils als Doppelkabel ausgeführten Verteilleitungen mit den üblichen Apparaten angeschlossen sind. Diese Anordnung gestattet im Bedarfsfalle mit vier völlig getrennten Gruppen, z. B. mit vier sich nicht beeinflussenden Spannungen zu arbeiten, was für die verschiedenen elektrochemischen Betriebe, die das Kraftwerk speist, wertvoll ist. Dementsprechend sind auch an den Sammelschienen die Spannungsmesser, Zähler, Überspannungsableiter und Erdschlußanzeiger in vierfacher Zahl angeordnet.

Die Generatorspannung wird durch Nebenschlußregelung der angebauten Erregermaschinen geregelt, auch sind dafür zwei Schnellregler vorhanden, die wahlweise auf jeden Stromerzeuger geschaltet werden können. Im

Hirten Pumpwerk Karbidwerk Reserve B.K.W.
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
10000 V
G5 G4 200 KVA G3 G2 G1 9000 KVA
200 V
24 KW 71 KW
380/220 V
Gleichstrom-Kraftverteilung Licht Drehstrom-Kraftverteilung

Abb. 7. Hauptschaltbild des Kraftwerks Burghausen.

Íotfalle kann der Magnetstromkreis eines jeden Genera-
ors aber auch auf den vorhandenen 70 kW-Umformer um-
eschaltet werden, wobei der Nebenschlußregler des Um-
ormers mit dem des Generators in Reihe liegt, so daß
ie Regelung stets von dem betreffenden Generatorfelde des
ichaltpultes aus erfolgen kann. Diese Umschaltung wird auch
rforderlich, wenn im Notfall ein Stromerzeuger rasch stillgesetzt
verden soll und hierzu durch starke Erregung magnetisch ge-
remst werden muß, was mittels der angebauten Erregermaschine
iicht möglich ist, weil sie mit abnehmender Drehzahl ihre Span-
ıung verliert.

Zwei Werktransformatoren von je 200 kVA liefern Dreh-
trom von 380 bzw. 220 V für motorische und Beleuchtungszwecke
ınd eine Batterie von 270 Ah Kapazität gibt Gleichstrom von
20 V ab für Notbeleuchtung, Steuermotoren, Fernantrieb der
)lschalter und Signaleinrichtungen. Zum Laden der Batterie
lient gewöhnlich der 30 kW-Umformer, nötigenfalls aber auch
ler erwähnte Umformer von 70 kW.

Die räumliche Anordnung der Apparate im Hochspan-
ıungsschalthaus, Abb. 5, 6, 8 und 9, entspricht genau dem
Schaltbild. Im mittleren Raume des Erdgeschosses sind die Kabel-
ındverschlüsse, sowie die Meß- und Werktransformatoren unter-
gebracht, in den Anbauten zu beiden Seiten die Ölschalter, die
rrößtenteils druckfeste Ausführung haben, Abb. 10. Die Ver-
bindungsleitungen sind in dem darüberliegenden Zwischengeschoß
ınter Verwendung von kurzschlußsicheren Stromwandlern in
Durchführungsform verlegt.

Das Obergeschoß enthält die Sammelschienen mit den
zugehörigen Trennschaltern. Die einzelnen Felder sind durch
Durowände getrennt und durch Gittertüren gesichert. Neben
dem Zweck einer klaren und geschützten Führung der Hochspan-
ıungsleitungen dient das Zwischengeschoß vornehmlich zur über-
sichtlichen Verlegung der zahlreichen Hilfsleitungen und
zugänglichen Anordnung ihrer Anschlüsse innerhalb des Mittel-
ganges, Abb. 11. Alle Meß-, Steuer- und Signalleitungen laufen
hier zusammen und sind in Form vieladriger Meßkabel auf dem
überdeckten Boden des Ganges liegend nach dem Kabelboden
unter dem Kommandoraum weitergeführt, wo auch die verschie-
denen Niederspannungs-Starkstromkabel einmünden und die Lei-
tungen auf die darüber liegenden Schaltfelder verteilt werden.
Ferner haben hier die Nebenschlußregler und sonstige Nieder-
spannungsapparate für den Schaltbetrieb ihren Platz gefunden.

Der Sammelschienenraum liegt im gleichen Obergeschoß wie
der Kommandoraum und ist daher von ihm aus rasch erreichbar,
was für die Bedienung sehr wesentlich ist, da sich die regelmäßige
Tätigkeit des Schaltwärters vornehmlich in diesen beiden Räumen
abspielt.

Der sehr geräumige und hohe Kommandoraum,
Abb. 12, ist nach dem Maschinenhaus hin vollständig abgeschlos-
sen, gestattet aber doch dessen Überblick (s. Titelbild) durch ein
großes, tief herabreichendes Spiegelglasfenster. In glücklicher
Weise ist so eine fast vollkommene Fernhaltung der Maschinen-
geräusche erreicht, ohne dem Schaltwärter die unmittelbare Wahr-
nehmung von Vorkommnissen an den Maschinen zu verschließen.

Die Felder der sich gegenüberliegenden Hauptschalt-
tafeln sind organisch zwischen die Pfeiler des Raumes einge-
paßt, wobei die Generatorfelder mit den davor stehenden Schalt-
pulten der besseren Übersicht wegen kreisbogenförmige Aufstel-
lung erfahren haben. Auf den Pultfeldern sitzen die Handgriffe

Abb. 8. Querschnitt durch das Hochspannungs-Schalthaus.

a Verteilungs-Sammelschienen
b Generator- "
c Kabel-Boden
d Verteilungs-Ölschalter
e Generator-Ölschalter
f Verteilungs-Kabel
g Generatoren-Kabel.

der verschiedenen Bedienungsapparate sowie die Kommandoein-
richtungen zur Verständigung mit dem Maschinenwärter, das
mittlere Pultfeld trägt außerdem die Gefahrdruckknöpfe, durch
die sich auch von der Schaltanlage aus die Freifallschützen im
Wasserschloß auslösen lassen; in das äußerste rechte Pultfeld
ist ein Fernsprecher mit Klappenschrank eingebaut.

Die Meßgeräte sind ausnahmslos auf den hinter den Pulten
stehenden Schalttafeln untergebracht, was eine bedeutend über-
sichtlichere Anordnung zuließ, als es auf den Pultflächen möglich
gewesen wäre. Erhöht wird die Übersichtlichkeit noch dadurch,
daß alle regelmäßig zu beobachtenden Hauptinstrumente, wie
Spannungs- und Leistungszeiger, große runde Dosenform erhalten
haben, die Nebeninstrumente dagegen kleinere sogenannte Flach-
profilform. Der gegen die Verwendung einer größeren Zahl von
Schalttafelinstrumenten oft mit Recht erhobene Einwand, daß sie
den Schaltwärter verwirren könne, ist hier also bedeutungslos.
Unter den Nebeninstrumenten auf den Generatorfeldern dürften

Abb. 9. Längsschnitt durch das Schalthaus.

Abb. 10. Aufstellung der druckfesten Generator-Ölschalter.

Abb. 11. Verlegung und Anschluß der Meß- und Steuerleitungen im Mittelgange des Zwischengeschosses.

neuartig die schon erwähnten elektrischen Anzeiger für die jeweilige Öffnung der Turbinenleitschaufeln sein.

Auf dem Mittelfelde sind die Synchronisiereinrichtungen, auf den beiden äußeren Seitenfeldern die Sammelschieneninstrumente untergebracht; über sämtliche Felder hinweg läuft ein sogenanntes Signalschema mit farbigen Glühlämpchen, an denen der jeweilige Schaltzustand der Anlage erkenntlich ist.

Die Schaltwände zu beiden Seiten der Generatortafeln enthalten die Schnellregler und die Gleichstromgeräte, die gegenüberliegenden die Felder für Niederspannungs-Drehstrom und für die Hochspannungsverteilung. Letztere sind in ähnlicher Weise wie die Generatorfelder mit Signalschema und mit Synchronisiereinrichtung ausgerüstet, da hier unter Umständen das Zusammenschalten mit Kabeln in Frage kommt, die von einem andern Kraftwerk aus schon unter Spannung stehen. Für die Zähler und Schreibgeräte sind zwei rückwärts stehende Schaltwände bestimmt.

Da die Sammelschienenteilung, wie schon erwähnt, das Arbeiten mit vier völlig getrennten Gruppen gestattet, so waren Vorkehrungen zu treffen, um versehentliche Fehlschaltungen, die bei gewöhnlichen Synchronisierumschaltungen nicht ausgeschlossen sind, sicher zu verhindern. Das hierfür gebräuchlichste Mittel der Anordnung von Meßwandlern unmittelbar vor und hinter jedem Ölschalter hätte eine unerwünschte Vermehrung und Verteuerung der Schalteinrichtungen gebracht, zumal es auch für die Verteilungskabel hätte angewendet werden müssen. Es wurden daher wie das Synchronisierschaltbild, Abb. 13, zeigt, die Verbindungsleitungen zwischen den Meßwandlern der Sammelschienen und denjenigen der Generatoren und Verteilungskabel über Abhängigkeitskontakte an den Trennschaltern in solcher Weise geführt, daß die jeweils richtige Synchronisierschaltung durch das Einlegen der Trennschalter selbsttätig hergestellt wird und der Schaltwärter nur nötig hat, auf dem Felde, wo er synchronisieren will, den einzigen hierfür in der Anlage vorhandenen Verbindungsstöpsel ohne weitere Überprüfungen einzustecken.

Besondere Sorgfalt wurde auf den Schutz der Stromerzeuger gegen Überstrom, Spannungserhöhung und Windungsschluß verwendet. Die in zwei Phasen eingebauten Höchststromrelais *a*, Abb. 14, schalten bei auftretendem Überstrom die beiden auf 2 bzw. 10 Sekunden eingestellten Zeitrelais *b* und *c* ein, die nach Ablauf den Generatorschalter auslösen. Ein zweipoliges wattmetrisches sogenanntes Richtungsrelais *d* sperrt jedoch mittels des Hilfsrelais *e* das Zeitrelais *b*, so lange Leistung vom Generator abgegeben wird, der Kurzschluß also im Netz liegt, so daß der Generatorschalter erst nach 10 s herausfällt, sofern nicht der Überstrom inzwischen durch die Netzschalter beseitigt ist. Liegt jedoch der Kurzschluß im Generator selbst, so ändert das Richtungsrelais *d* seinen Ausschlag und *b* wird nicht gesperrt, was eine Abschaltung bereits nach 2 s zur Folge hat. Das Richtungsrelais erfüllt also die gleiche Aufgabe wie die älteren einpoligen Rückstromrelais, versagt aber infolge seiner Schaltung nach der Aronschen Zweiwattmetermethode nicht wie jene gelegentlich, wenn bei starken Kurzschlüssen eine große Phasenverschiebung auftritt. Auch würde, da es sperrend wirkt, sein Versagen nur ein zu frühes Abschalten des Generators bei Netzkurzschlüssen zur Folge haben, ihn also keinesfalls gefährden.

Abb. 12. Generator-Schaltwand und -Pultanlage im Kommandoraum.

Die Möglichkeit eines Zusammenschlusses des Alzkraftwerkes mit anderen Großkraftwerken und einer dadurch bedingten großen Steigerung der Kurzschlußstromstärke gab ferner Anlaß, die Feldschwächvorrichtung *f* in Verbindung mit dem

eitrelais *g* anzuordnen, wodurch 1 s nach Eintritt von Überstrom ie Überbrückung eines im Erregerstromkreis der Erregermaschine liegenden Widerstandes aufgehoben und gleichzeitig der Nebenschlußregler kurzgeschlossen wird. Hierdurch erfährt der Kurzschlußstrom des Generators eine Emäßigung von 1000 auf 00 A. Nach Abschalten des Kurzschlusses stellt die Feldschwächschütze die Widerstandüberbrückung und damit die normalen Stromverhältnisse selbsttätig wieder her. Diese Einrichtung ist z. Z. noch nicht eingebaut, jedoch sind alle Vorkehrungen azu getroffen.

Eine zweite in Betrieb befindliche Feldschwächeinrichtung *h* wird von einem Spannungsrelais *i* gesteuert und tritt in Tätigkeit bei unzulässigen Spannungserhöhungen am Stromerzeuger, etwa infolge plötzlicher Entlastung. Gleichzeitig wird der Generatorschalter ausgelöst und umgekehrt hat auch jede Auslösung des Generatorschalters das Eintreten dieser Feldschwächung zur Folge. Auch hierbei wird in den Feldstromkreis der Erregermaschine ein Widerstand eingeschaltet, daneben aber in den Feldstromkreis der Generators der Anker eines sogenannten Entmagnetisierungsmotors *k*, der ebenso wie der Widerstand für gewöhnlich überbrückt ist. Mit Aufhebung dieser Überbrückung durch die Feldschwächschütze *h* springt der Motor an und liefert innerhalb weniger Sekunden eine Gegenspannung, die den Erregerstrom des Generators unterdrückt, womit auch der Motor selbst wieder zum Stillstand kommt. Auf diese Weise wird z. B. eine Generatorspannung von 15000 V bereits innerhalb 3 s auf 2500 V geschwächt, während dies mit einem Widerstand allein erst in etwa 20 s gelingt.

Der Stromkreis der mit Verriegelung versehenen Feldschwächschütze *h* ist über ein Kontaktschienenpaar am Nebenschlußregler *l* geführt, das in der Erregestellung geschlossen ist. Es ist also nötig, den Regler in seine Nullstellung zu drehen, um die Schütze wieder außer Tätigkeit zu setzen. Ein zweites Kontaktschienenpaar am Regler, das nur im Leerlaufbereich geschlossen ist und im Einschaltstromkreis des Generatorschalters liegt, verhindert dessen Einschaltung, so lange nicht der Regler aus der Belastungsstellung zurückgedreht ist. Auf diese Weise werden unrichtige Maßnahmen bei Wiedereinschalten eines herausgefallenen Generators zwangläufig verhindert.

Eine weitere Schutzeinrichtung bezweckt die sofortige Abschaltung des Stromerzeugers bei eintretendem Windungsschluß. Hierzu ist der Nullpunkt des Stromerzeugers über den Stromwandler *m* mit dem Nullpunkt des dreiphasigen Meßtransformators *n* verbunden. Beide Geräte haben eine dem Zweck entsprechende Sonderausführung. Die in normalem Betriebe stromlose Verbindungsleitung führt bei Eintritt eines Windungsschlusses einen Ausgleichstrom, der das wattmetrische Relais *o* ansprechen läßt und damit über das Zwischenrelais *p* und das Zeitrelais *b* die Auslösung des Generatorschalters bewirkt; *p* dient dazu, eine vorherige unerwünschte Feldschwächung durch die Schütze *f* zu verhindern.

Bemerkenswert ist ferner der Selektivschutz der drei parallelarbeitenden Doppelkabel, durch die der Strom für die Bayer. Kraftwerke bis zum Umspannwerk übertragen wird. Diese Schutzschaltung, Abb. 15, bezweckt die beiderseitige selbsttätige

Abb. 13. Schaltbild der Synchronisiereinrichtung.
Ph Phasenlampe *V* Spannungsmesser *Df* Doppel-Frequenzmesser
O = Ölschalter *M* = Meßwandler
T = Trennschalter *S* = Synchronisierstecker.
A = Abhängigkeitskontakt

Abb. 14. Schaltbild des Generatorschutzes.

Abb. 15. Selektivschutz für drei parallel geschaltete Doppelkabel.
a = Überstromrelais *e* = Hilfsrelais
b = Richtungsrelais = Fehlerstelle.
c, *d* = Zeitrelais

Abb. 16. Elektrodampfkessel im Wackerwerk.

Abschaltung eines durch Kurzschluß beschädigten Kabelpaares ohne Betriebstörung der gesunden Parallelkabel, und zwar auch dann, wenn auf beiden Seiten der Kabelstrecken Stromquellen liegen. Hierzu sind an jedem Kabelende Überstromrelais *a* mit Richtungsrelais *b*, ein kurzfristiges Zeitrelais *c*, ein langfristiges *d* und ein Hilfsrelais *e* angeordnet. Das Richtungsrelais *b* und damit das Hilfsrelais *e* spricht nur an, wenn bei gleichzeitigem Überstrom Energie vom Kabel zur Sammelschiene fließt. Dadurch wird das Ansprechen des zugehörigen Zeitrelais *d* verhindert, dagegen das sämtlicher Zeitrelais *c* bewirkt. Letztere lösen dann den Schalter desjenigen Kabels aus, in das durch den vorhandenen Kurzschluß abweichend von den gesunden Kabeln die Energie aus den Sammelschienen hineinströmt. Auf diese Weise wird das kranke Kabel zunächst an einem, sodann am andern Ende von den Sammelschienen getrennt. Im Schaltbild, Abb. 15, ist für den Fall eines Kurzschlusses an der Stelle *f* die Stellung der Relais unmittelbar vor Abschaltung des schadhaften Kabelpaares punktiert gekennzeichnet. Entsteht der Kurzschluß außerhalb der Kabel, z. B. an einem der Sammelschienensätze, so werden durch Ansprechen der Zeitrelais *d* sämtliche Kabel auf der Seite des Energieeintritts abgeschaltet.

Elektrische Dampfkessel.

Von den Verwertungen der elektrischen Energie des Kraftwerkes Burghausen in den elektrochemischen Werken der Wackergesellschaft und der Bayer. Kraftwerke ist wegen seines Einflusses auf die restlose Ausnutzung der Wasserkraft der Betrieb zweier elektrischer Dampfkessel im Wackerwerk hervorzuheben. Die beiden von den Ottowerken, München, gelieferten, nach der Bauart v. Brockdorff gebauten Kessel, Abb. 16, sind mit Elektrodenheizung für 10 000 V Betriebspannung gebaut, haben eine höchste Aufnahmefähigkeit von je 4000 kW und erzeugen rd. 1,3 kg/kWh Dampf von 8 at Überdruck. Von ihnen kann also die volle Leistung einer 10 000 PS-Turbine aufgenommen werden, wobei eine Regelfähigkeit bis herab auf 10 vH der Höchstleistung vorhanden ist.

Selbstverständlich werden die Kessel nur mit Überschußstrom, also vornehmlich in den wasserreichen Monaten, betrieben, sie leisten aber auch bei vorübergehendem Ausfall eines normalen Stromverbrauchers, z. B. eines Karbidofens, dadurch wertvolle Dienste, daß sie sofort die freiwerdende Energie aufnehmen können. Da die stets betriebsbereiten Kessel schon eine Stunde nach Einschaltung Dampf liefern, so lohnt sich bereits ein Betrieb von mehreren Stunden und zeitigt eine entsprechende Kohlenersparnis. Die zweckmäßige Benutzung dieser Aushilfbelastung führt hier zu weitgehender Annäherung an den Idealbetrieb einer Wasserkraftanlage, bei dem kein Tropfen Wasser unausgenutzt zu Tale fließt. [A 69]

Kohlenstaubfeuerung von eisenhüttenmännischen Öfen.

W. Schmitz[1]) berichtete kürzlich über zweijährige Erfahrungen beim Bau und Betrieb von sieben mit Kohlenstaub gefeuerten Hammerwerk- und sechs Walzwerköfen bei den Vereinigten Stahlwerken van der Zypen und Wissener Eisenhütten A.-G. Er folgert aus ihnen, daß „die Frage der Kohlenstaubfeuerung für das Werk in großen Zügen gelöst ist, und zwar in einer Weise, die es durch die Umstellung auf Kohlenstaub neben erheblichen Ersparnissen auch in die Lage versetzt, unabhängig von Steinkohle zu sein". Als Brennstoff diente hauptsächlich Brikettabrieb und getrocknete rheinische Rohbraunkohle. Daneben wurden gelegentlich auch Steinkohlen und Kokserde usw. verbrannt. Die feuerfesten Steine waren Schamottesteine mit 22,5 vH Al_2O_3 und 1 vH Flußmittel und hatten 200 kg/cm² Druckfestigkeit. In einen früher mit Fördersteinkohle betriebenen Radscheibenblock-Ofen wurde binnen vier Tagen und Nächten auf dem Planrost eine Feuerkammer für Brennstoff eingebaut. Die Abmessungen des Herdes blieben im übrigen unverändert. Bei regelrechtem Betriebe stieg die Leistung um 20 vH. Die Bauart des Gewölbes erwies sich bald für die Temperatur von 1600 °C als ungeeignet. Das Gewölbe hielt nach der ersten Verbesserung 2½ Monate und nach der zweiten, die alle inzwischen gesammelten Erfahrungen berücksichtigte, 5 Monate. Dabei waren die rd. 3,5 m hohen, nur aus Schamottesteinen bestehenden Kammern durch die Erschütterungen der Hämmer stark beansprucht. Die Durchschnittsleistungen dieses mit Brikettabrieb betriebenen Ofens zeigt die nebenstehende Zahlentafel.

Die Ergebnisse waren so gut, daß alle andern Öfen des Hammerwerkes, also ein Scheibenwalzofen, ein Bandagenofen, ein Achsenofen und drei Achsenblocköfen auf Kohlenstaubfeuerung umgestellt wurden. An einem dieser Öfen wurden gemessen: an der Ziehtür rd. 1400 °C, an der ersten Regeltür rd. 1270 °C, an der fünften Regeltür rd. 900 °C und am Fuchs rd. 400 °C. Auch die Öfen des Walzwerks wurden für Kohlenstaubfeuerung eingerichtet. Sie gingen täglich in zwei Schichten von 7 bis 4 und 9 bis 6 Uhr. Der CO_2-Gehalt stieg bis auf 16 vH. Durch den fünfstündigen Leerlauf nahm der Kohlenverbrauch unnötig zu. Die Lebensdauer der Kammern erwies sich als abhängig

Monat	Schichten	Gesamteinsatz t	Gesamt-Brennstoffverbrauch[2]) t
März 1921	11	304,3	166,8[3])
Mai 1921	18	451,3	156[3])
Oktober 1921	14	454,7	118,3
Februar 1922	23	634,6	126
März 1922	30	699,2	136

von der Bauweise und der sorgfältigen Behandlung und Vermauerung der feuerfesten Steine und stieg auf 8½ Monate. Das Gut in den Öfen wurde durch den verhältnismäßig geringen Flugstaub nicht beeinflußt und blieb übrigens fast vollständig mit der Asche in der Brennkammer zurück, aus der er flüssig oder staubförmig abgezogen wurde. Schließlich wurde auch ein früher mit Gas geheizter, mit sauren Steinen ausgestellter Siemens-Martin-Ofen für Feuerung mit Staubkohle aus Braunkohlen-Brikettabrieb und Steinkohle eingerichtet. Die Gaskanäle wurden abgemauert und die Kanäle der Luftzüge unverändert benutzt. Der Gesamtkohlenverbrauch war einschließlich Erzeugung, Anheizens und Einschmelzens des Herdes folgender:

1. Anheizen 24 h 15 000 kg Brikettabrieb (3800 kcal/kg),
2. Einschmelzen des Herdes 48 h 17 500 kg Steinkohle (6000 kcal/kg),
3. Erzeugung 68 h 25 000 kg Steinkohle (6000 kcal/kg).

Das sind auf je 1000 kg Stahl rd. 238 kg Steinkohle oder $1{,}43 \cdot 10^6$ kcal.

Beim Gasbetrieb waren zum Einschmelzen des Herdes 3, jetzt nur noch 2½ Tage erforderlich. In der Brennkammer stieg die Temperatur auf rd. 2000 °C, im Herde auf rd. 1900 °C. Nach sieben Schmelzungen waren die Silikasteine des Gewölbes in über 1 m langen Zapfen abgeschmolzen. Das Gewölbe, die Kammern bzw. Brenner wurden deshalb abgeändert, doch konnte der Ofen bis jetzt wegen Mangels an geeigneter Kohle noch nicht wieder in Gang gesetzt werden. [M 313]

Dr. Nd.

[1]) „Stahl und Eisen" Bd. 44 I (1924) S. 285.

[2]) einschl. Anheizen.

[3]) Die Schichten waren auf den ganzen Monat mit Unterbrechungen verteilt, während im Oktober mit 14 Schichten hintereinander gefahren wurde.

Hauptschacht-Gefäßförderungen.

Von Dipl.-Ing. L. Schütt, Oberingenieur der Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel m. b. H., Saarbrücken.

(Schluß von S. 671.)

Die Anlage Oettingen II.

Die zweite Anlage, „Oettingen II", befindet sich in Lothringen, nordwestlich Diedenhofen, unmittelbar an der Luxemburgischen Grenze, im Minettegebiet. Sie ist für eine Leistung von 250 t/h aus 100 m Teufe gebaut und wurde im Sommer 1923 in Betrieb gesetzt. Die abzubauenden Flöze haben nur eine geringe Neigung gegen die Wagerechte, etwa 4 vH. Das unterste Flöz, wo die Förder- und die Abbaustrecke aufgefahren sind, das „graue Lager", hat etwa 4,6 m, das darüber liegende Kalkgestein etwa 1,7 m und das hierüber befindliche „gelbe Lager" etwa 3,4 m Mächtigkeit. Darüber liegt noch das „rote Lager" von etwa 2 m Mächtigkeit, von den darunter liegenden erwähnten Erzschichten durch eine etwa 4 m dicke Gesteinschicht getrennt. Das Grubenfeld bildet ein Viereck, an dessen tiefstliegender Ecke der senkrechte Schacht von nur 3,75 m Dmr. angeordnet ist. Die Hauptförderstrecke verläuft längs einer Seite des Vierecks gerade auf den Schacht zu, und in einigem Abstande von der Feldgrenze auf der Sohle des untersten Flözes, während eine Reihe paralleler Zuführungsstrecken rechtwinkelig zur Hauptstrecke geschaffen worden sind.

Die Grube befindet sich noch in den Vorrichtungsarbeiten. Über die Fördermittel für die Zuführung der Grubenwagen zum Schacht hin ist zurzeit noch keine endgültige Entscheidung getroffen; man fördert vorläufig mit elektrischen Lokomotiven. Von der Hauptförderstrecke abzweigend ist eine Strecke um den Schacht herumgeführt, Abb. 18. In dieser Strecke sind unmittelbar in der Nähe des Schachtes zwei Handwipper *b* aufgestellt, oberhalb der Mündung eines Füllrumpfes *c*, Abb. 16, von etwa 100 t Fassungsvermögen. Die Leistung dieser beiden Wipper reicht nur für die Förderleistung des augenblicklichen Vorrichtungsbetriebes aus, für die endgültige, der Schachtförderung entsprechenden Leistung werden diese durch zwei elektrisch betriebene Dreiwagenwipper ersetzt. Es ist im übrigen bereits ein Durchbruch in Angriff genommen, der gestattet, den Füllrumpf außer von der im „grauen Lager" verlaufenden Strecke auch noch aus einer Strecke im „roten Lager" beschicken zu können, so daß bereits hierdurch eine Vergrößerung der Beschickung des Füllrumpfes erreicht wird. Aus diesem Füllrumpf wird die Schachtförderung gespeist.

Abb. 16. Füllort-Einrichtung der Hauptschacht-Gefäßförderung „Oettingen II".

Abb. 17. Schachtquerschnitt.

Abb. 18. Stollenführung mit Füllort.

Die Hauptschacht-Gefäßförderung arbeitet nur mit einem einzigen 10 t-Fördergefäß, Bauart Heckel, während am andern Trum ein Gegengewicht aufgehängt ist, Abb. 17, das das Eigengewicht des Gefäßes und die Hälfte der Nutzlast ausgleicht, so daß die Fördermaschine bei jedem Hub nur die Hälfte der Nutzlast (5 t) zu ziehen hat. Das Gefäß wird am Füllort nicht unmittelbar aus dem unterirdischen Füllrumpf gefüllt, sondern es ist auch hier noch ein Meßfüllrumpf *d* vom Fassungsvermögen gleich einer Gefäßfüllung zwischengeschaltet. Während das Gefäß unterwegs ist, zieht der Arbeiter am Füllort eine genau abgemessene Erzmenge von 10 t aus dem Hauptfüllrumpf in den Meßfüllrumpf ab, hält sie bereit, um sie in dem Augenblick, wo das Gefäß vor dem Meßfüllrumpf ankommt, mit einem Schlag in dieses fallen zu lassen. Das Füllen des Gefäßes dauert auch hier nur eine verschwindend kurze Zeit. Sie belief sich bei den Versuchen mit den ungeübten Leuten auf etwa 6 s. Da auch bei dieser Anlage mit viel größeren Füllpausen gerechnet worden war, so bedeutet diese Verkürzung der Pause eine wesentliche Vergrößerung der mit der Anlage erzielbaren Förderleistung. Bei den Versuchen wurde der Füllrumpf, der 100 t enthielt, in 20 min geleert, was einer Leistung von 300 t/h entspricht.

Die Verschlüsse *e* des Hauptfüllrumpfes sind die gleichen Fingerverschlüsse, Bauart Züblin, wie bei der Anlage „Soumont", da hier dieselben hohen Ansprüche in bezug auf Regelungsmöglichkeit der ausfließenden Erzmenge und an die Betriebsicherheit gestellt werden müssen, und das Erz ebenfalls viele große schwere und sperrige Stücke enthält. Der Verschluß *f* des Meßfüllrumpfes

Abb. 19 und 20. Tagesanlage der Hauptschacht-Gefäßförderung „Oettingen II“.

ist dagegen hier als Rundschieber ausgebildet. Beide Verschlüsse werden elektrisch angetrieben, durch Steuerhebel betätigt und sind gegenseitig so verriegelt, daß man den einen nicht öffnen kann, wenn der andre nicht geschlossen ist. Die Steuerbühne *g* ist auch hier so angeordnet, daß der Arbeiter bequem in den Meßfüllrumpf hineinsehen kann. Die Erfahrung hat gezeigt, daß er in kurzer Zeit lernt, mit großer Genauigkeit die vorgeschriebene Erzmenge abzuziehen, und daß hierzu keine größere Übung erforderlich ist. Es ist zwecks Überbrückung des Spaltes zwischen der feststehenden Rutsche *k* und dem Fördergefäß am Ende der ersteren noch eine kleine bewegliche Rutsche *h* angeordnet, die vom ankommenden Gefäß selbst gesteuert wird, und zwar in der Weise, daß die am Kübel vorhandenen Rollen *i* gegen Hebel anlaufen und die Klappe herunterziehen. Ebenso wird sie wieder nach oben aufgerichtet, wenn das Gefäß wieder hochgeht. Sie bildet auf diese Weise gewissermaßen einen dritten Verschluß und verhindert mit Sicherheit, daß Erzstücke oder andere Gegenstände, die auf irgendeine Weise in die Rutsche *k* gelangt sind, in den Schacht fallen können.

Das für die Förderung im Schacht angeordnete einzige Gefäß hat 10 t Nutzlast und fährt mit einer mittleren Fördergeschwindigkeit von 4 m/s. Das Gefäß besteht aus einem großen zylindrischen Erzkübel und einem Rahmen, in dem der Kübel schwingend gelagert ist und der im Schacht wie ein Förderkorb geführt wird. Diese Schachtführung besteht aus zwei Eisenbahnschienen, die in je 1,6 m Abstand an U-Eisen mit Klemmplatten befestigt sind. Das ist die einzige Führung für das Gefäß, die im Schacht vorhanden ist. Am oberen Querträger des Rahmens greift das Seil unter Zwischenschaltung einer Pufferfeder und einiger Gelenkstücke an, an die es mit Kausche und Seilklemmen angeschlossen ist. Das Seil ist bei 54 mm Dmr. und Verwendung eines Stahles von 180 kg/mm² Festigkeit für 200 t Bruchlast bemessen. Der Erzkübel von kreisrundem Querschnitt hat 1,55 m Dmr. und 4 m Höhe (3,65 m innen) und besteht aus starkem mit schweren Bändern versteiftem Stahlblech. Besonders sorgfältig ist der Boden ausgebildet, damit er dem Aufprallen der etwa 300 mal am Tage aus 5 bis 6 m Höhe herabfallenden Erzbrocken genügend Widerstand leistet. An den vom rutschenden Erz am heftigsten angegriffenen Stellen sind Verschleißbleche angeordnet. In etwa zwei Drittel Höhe befinden sich die Führungsrollen *i* und darüber zwei am Kübel angenietete Führungslineale *l* für den Entleerungsvorgang in der Entladeschleife (siehe weiter unten).

Der Erzkübel ist an seinem unteren Ende an einer im untern Rahmenteil fest gelagerten Stahlwelle *m* schwenkbar befestigt. Er wird auf seiner Fahrt im Schacht dadurch in seiner aufrechten Lage erhalten und gegen unzeitiges Umkippen gesichert, daß zwei am Kübel angebrachte Führungsnocken *n* hinter die Schienen der Schachtführung für den Rahmen greifen. An der Stelle der Entladeschleife, wo der Kübel sich neigen muß, sind die Führungsschienen für den Rahmen auf eine kurze Strecke unterbrochen, um den Führungsnocken heraustreten zu lassen. Ein Kippen des Kübels nach der andern Seite ist, da niemals notwendig, durch Anschlag verhindert. Wenn das Gefäß in die Entladeschleife im Fördergerüst eintritt, Abb. 19 und 20, laufen, nachdem sich die Fördergeschwindigkeit selbsttätig verringert hat, die seitlichen Rollen *i*, Abb. 16, in Führungen *o*, Abb. 20, ein und ziehen den obern Teil des Kübels aus dem Fördergerüst heraus, wobei alsdann die Führungsnocken des Kübels wie oben geschildert, durch Lücken *p* in der Schachtführung hindurchgehen. In dem Augenblick, wo der Kübel eine wagerechte Lage erreicht hat, legen sich die erwähnten Führungslineale *l* auf festgelagerte Rollen *q* auf, so daß bei der Weiterbewegung die Rollen des Kübels über die Lücke *r* in der Rollenführung, die für den Durchgang der Führungsnocken des Kübels notwendig sind, hinweggehoben und auf die obere, senkrechte Fortsetzung der Schiene *s* der Rollenführung hinübergeleitet werden.

Der Kübel kann ohne weiteres über die normale Endstellung hinweg gezogen werden, so daß ein Auslaufweg von beliebiger Länge geschaffen worden ist, auf dem die Sicherheitsbremse die Förderanlage selbsttätig stillzusetzen in der Lage ist, wenn der Fördermaschinist durch Unaufmerksamkeit die normale Endstellung überfahren sollte. Der vordere Teil des Kübels wechselt auf diese Weise mehrere Male die Art der Führung, und es ist die größte Sorgfalt darauf verwendet, daß beim Wechsel der Teile, die sich aufeinander legen, die normal zu den Führungsstücken gerichtete Geschwindigkeitskomponente gleich oder beinahe gleich null ist. Infolgedessen verläuft die ganze Bewegung

ohne jeden Stoß und mit überraschender Ruhe und Stetigkeit. Auf diese Weise ist ferner erreicht worden, daß an dem ganzen Gefäß keine beweglichen Teile wie z. B. Haken, Hebel, Klinken, Riegel oder dergl. angebracht zu werden brauchten, die der Abnutzung unterworfen sind und bei der Förderung versagen könnten. Die wenigen Teile sind so kräftig und widerstandsfähig ausgebildet, daß ein Versagen ausgeschlossen ist. Die Konstruktion zeigt eine überraschende Einfachheit und gewährleistet hierdurch eine kaum zu übertreffende Betriebsicherheit. Oben auf dem Gefäßrahmen ist eine Plattform aus Winkeleisen mit Drahtgeflechtverkleidung für 6 bis 8 Personen vorhanden. Eine Fangvorrichtung wurde auf Wunsch der Grube nicht angebracht.

Beim Entwurf dieser Anlage lagen keine ausschlaggebenden Gründe vor, das Eigengewicht des Gefäßes auf Kosten der Widerstandsfähigkeit und Lebensdauer auf das äußerst Erreichbare herunterzutreiben, insbesondere da es sich um eine Erstausführung handelte. Es wiegt ohne Plattform infolgedessen etwa 9 t, hätte aber ohne weiteres auf 8,5 t gebracht werden können. Auch der Rauminhalt ist mit Rücksicht auf eine Erstausführung vorsichtigerweise etwas größer gewählt worden als zur Aufnahme der Ladung notwendig gewesen wäre.

Das Verhältnis der Totlast zur Nutzlast beträgt demnach 0,8 bis 0,85 und erreicht hiermit wohl die von den amerikanischen Ausführungen her bekannten Zahlen. Es ist mit Sicherheit zu erwarten, daß diese Zahl bei den nächsten Ausführungen auf 0,7 bis 0,75 gebracht wird. Bei der Gestellförderung beträgt die Totlast etwa das 2 bis 2,5fache der Nutzlast, somit die ganze am Seil hängende Last etwa das 3 bis 3,5 fache der Nutzlast, während sich bei der Gefäßförderung die ganze Last nur auf das 1,7 bis 2fache der Nutzlast beläuft.

Das Gegengewicht setzt sich aus einzelnen Teilen, die durch Ankerschrauben zusammengehalten und mit dem Förderseil verbunden sind, zusammen. Während die beiden Schienen zur Führung des Gefäßes einander gegenüberstehen, sind die zwei zur Führung des Gegengewichts nebeneinander angeordnet, *t* in Abb. 17. Der Querschnitt des Gegengewichtes ist sehr klein gehalten, so daß sein Bedarf an Schachtquerschnitt gering ist. So war es möglich, den Durchmesser des Schachtes, in dem noch außer der Gefäßförderung zwei Rohrstränge und ein Abteil für Fahrten angeordnet sind, auf nur 3,75 m zu beschränken. Die elektrisch betriebene Fördermaschine hat zwei Trommeln von m Dmr. und etwa 1 m Breite, wovon eine versteckbar ist. Das Gefäß entleert über Tage über eine Rutsche, die am Fördergerüst befestigt ist, in einen Füllrumpf von etwa 7500 t Fassungsvermögen. Aus diesem Füllrumpf kann das Erz in Eisenbahnwagen auf den darunter hinweggeführten Gleisen abgezogen werden. Für den Fall, daß keine Eisenbahnwagen zur Stelle sind, ist ein Verteilerwagen *u*, Abb. 19 und 20, vom Fassungsvermögen einer Gefäßfüllung auf einer fahrbaren Brücke vorhanden, in den hinein das Gefäß alsdann über die Entladerutsche entlädt.

Das Fördergefäß des Verteilerwagens kann durch Kippen an jeder beliebigen Stelle des Füllrumpfes entladen werden. An dem Füllrumpf sind außerdem bereits Entladeschurren angebracht, um das Erz in die Wagen einer Drahtseilbahn abziehen zu können, die über dem freien Profil der Eisenbahn hinweggeführt werden wird. Abb. 21 und Abb. 12 auf S. 670 zeigen die Übertaganlage der Erzgrube „Öttingen II".

Abb. 21 Ansicht der Übertageanlage der Eisenerzgrube „Öttingen II" mit Hauptschacht-Gefäßförderung von 300 t/h Leistung (s. a. Abb. 12 in Nr. 26 S. 670).

Zwei solcher 10 t-Gefäße würden sich leicht in einem Schacht von 4 m Dmr. unterbringen lassen. Bei 60 Hüben in 1 h würden sie die bisher unerhörte Leistung von 600 t/h erreichen. Da heute in Schächten mit Korbförderung nicht mehr als 250 t/h gefördert werden, so würde demnach die Gefäßförderung in einem doppeltrümmigen Schacht so viel leisten wie 2½ doppeltrümmige Schächte mit Korbförderung. Hierdurch rechtfertigt sich die vielfach für die Gefäßförderung empfohlene Verwendung eines besonderen Nebenförderungs- und Personenfahrtschachtes neben dem eigentlichen Förderschacht.

Mit der vorbeschriebenen Gefäß-Fördereinrichtung würde es leicht sein, die bei amerikanischen Ausführungen bewunderten Förderleistungen zu erreichen. Diese beträgt z. B. bei der Inspiration Copper Co. of Arizona 15 000 t täglich (vergl. Glückauf 1922 S. 817). Es handelt sich aber dort um eine 15stündige Arbeitzeit und einen Doppelschacht mit je zwei Gefäßen, zusammen also vier Gefäßen. Die Förderleistung bei der beschriebenen Gefäß-Fördereinrichtung „Oettingen II" beträgt 300 t/h mit nur einem einzigen Gefäß, bei Verwendung von vier gleichen Gefäßen würde sie demnach in 15 h 18 000 t betragen.

Alle Teile der beschriebenen beiden Anlagen sind, dem großstückigen, harten, scharfkantigen und sperrigen Fördergut mit seiner rohen, schnelle Abnützung erzeugenden Einwirkung aller damit in Berührung kommenden Teile entsprechend, kräftig und schwer ausgeführt. Im Falle der Verwendung der Hauptschacht-Gefäßförderung für Kohle oder Salz können alle Einrichtungen wesentlich leichter und einfacher gehalten werden, wobei insbesondere das Fördergefäß selbst und die Füllrumpfverschlüsse in Frage kommen. Es ist ohne weiteres einzusehen, daß die Schwierigkeiten, eine solche selbsttätige Schachtförderung, bei der ein fortwährendes Umladen des Gutes aus einem Gefäß in das andre ohne die geringste Störung oder Betriebsunterbrechung verlangt wird, bei dem zuerst behandelten Gut (Eisenerz) durchzuführen, viel größer sind, als bei einem weichen und kleinstückigen, wie z. B. Salz oder Kohle.

Was bisher die Gefäßförderung von dem Eindringen in den Kohlenbergbau zurückgehalten hat, waren die bekannten Nachteile: 1) der Staubbildung, 2) Zerreibung, 3) Schwierigkeit bei der Mannschaftsfahrt, 4) Schwierigkeit bei der Versatzeinförderung, 5) Schwierigkeit bei der Kontrolle der ankommenden Grubenwagen auf Beimengung von Steinen, da diese Kontrolle dann nicht ohne weiteres wie bisher übertage vorgenommen werden kann. Dort, wo diese Nachteile nicht ins Gewicht fallen oder sich bis auf ein erträgliches Maß beseitigen lassen, wird die Gefäßförderung auch beim Salz- und Steinkohlenbergbau ihre vollen Vorteile bieten. Falls man zur Verringerung des Abriebes von einem unterirdischen Füllrumpf ganz absehen und sich nur mit den Meßfüllrümpfen von Inhalt einer Skipfüllung begnügen würde, wie bei den amerikanischen Anlagen, so wären die Verhältnisse in diesem Punkte nicht ungünstiger als bei der Korbförderung, da hier außer auf den Abstellstrecken ebenfalls weiter keine Ausgleicheinrichtung vorgesehen werden kann. Alle anderen Vorteile blieben bestehen.

[A 1713]

Wasserdampf-Forschung in Amerika.

Von Max Jakob, Charlottenburg.

Die American Society of Mechanical Engineers hat die planmäßige Erforschung der Eigenschaften des hochgespannten Wasserdampfes organisiert. Die Arbeiten sind in drei Gruppen geteilt (Messungen kalorimetrischer Art, der Zustandsgrößen und des Thomson-Joule-Effektes) und von drei amerikanischen Forschungsinstituten in Angriff genommen.

Die Februarnummer der Zeitschrift „Mechanical Engineering" berichtet[1]) über eine im Dezember 1923 abgehaltene Sitzung des Dampftabellen-Ausschusses der American Society of Mechanical Engineers, in der über die Organisation, das Versuchsprogramm und die bisherigen Ergebnisse der Wasserdampfforschung gesprochen wurde. Da auch der Verein deutscher Ingenieure eine Zusammenfassung und planmäßige Beeinflussung der technisch-wissenschaftlichen Forschung angeregt hat, kann das Vorgehen der Amerikaner bei uns vielleicht vorbildlich wirken.

Den allgemeinen Bericht erstattete der Obmann des Ausschusses Geo. A. Orrock. Hiernach standen für die Arbeiten, die sich bis zum Druck von etwa 100 at erstrecken sollen, Ende 1923 rd. 28 000 $ aus Sammlungen bei der Industrie zur Verfügung, wovon bereits 16 000 $ verausgabt waren; ferner ist dem Ausschuß ein Kessel für 105 at geschenkt worden.

Die Untersuchungen sind verteilt auf das Bureau of Standards (kalorimetrische Messungen), das Massachusetts Institute of Technology (Messung der Zustandsgrößen) und die Harvard University (Messungen des Thomson-Joule-Effektes). Diese drei Stellen sollen Hand in Hand arbeiten und sich gegenseitig über den Stand ihrer Arbeiten auf dem Laufenden halten.

Abb. 1. Universalkalorimeter.

Arbeiten des Bureau of Standards.

Das Versuchsprogramm des Bureau of Standards beschreibt N. S. Osborne[2]), über den Stand der einschlägigen Versuche berichten Osborne und Stimson[3]). Diese Versuche sollen mit einer Art Universal-Kalorimeter ausgeführt werden, Abb. 1, worin Wasser geheizt, teilweise verdampft und in Umlauf versetzt und woraus Wasser oder Dampf abgezapft werden kann. Das Kalorimeter besteht aus einem zweiteiligen Gefäß a mit Heizkörper p, Kreiselpumpe m, Wasserauslaß i und Dampfauslaß h, und aus einer ebenfalls zweiteiligen 10 cm weiten und 23 cm hohen Hülle b, die mit a durch das Rohr g fest verbunden ist und zur Verringerung des Wärmeaustausches von f aus evakuiert werden kann. Das Gefäß a hat ein Fassungsvermögen von etwa ½ l und ist aus einer Legierung von 80 vH Kupfer und 20 vH Nickel hergestellt. Die Pumpe m saugt oben Wasser aus der Gefäßmitte, unten von der Gefäßwand an und treibt es durch die Kanäle n in der Gefäßachse hoch und längs der Wand wieder abwärts. Der Heizkörper p besteht aus einer goldenen Rohrschlange mit einem in Ton eingebetteten Heizdraht; die Schlange ist mit feiner Metallgaze bedeckt, damit die Oberfläche feucht bleibt; Wasser fließt in einer dünnen Schicht über die ganze Oberfläche und sammelt sich wieder in dem Wasserraum j. Der Dampfraum ist mit k bezeichnet. Das Kalorimeter liegt in einem Bad, dessen Temperatur selbsttätig konstant gehalten und durch Widerstandsthermometer gemessen wird, während der Temperaturunterschied zwischen Kalorimeter und Bad durch Thermoelemente gemessen werden soll.

Neuartig ist die beabsichtigte planmäßige Ausnutzung dieses Universalkalorimeters in drei Arten von Versuchen:

1. Bei der ersten Art von Versuchen wird die Temperatur durch Wärmezufuhr bei unveränderter Kalorimeterfüllung erhöht, wobei sich der Druck, das spezifische Volumen und der Dampfgehalt mitändern. Ein einzelner Versuch dieser Art ergibt die Wärmeaufnahme des Kalorimeters und seines Inhaltes in dem betreffenden Temperaturbereich; aus zwei Versuchen im gleichen Temperaturintervall, aber mit verschiedenen Wassermengen, läßt sich die Wärmeaufnahme des Kalorimeters eliminieren. Osborne drückt das Ergebnis eines derartigen Doppelversuches aus durch

$$\left[H - \frac{u}{u'-u} L\right]_1^2 = \frac{[Q_b]_1^2 - [Q_a]_1^2}{M_b - M_a} \quad \ldots \ldots \quad (1),$$

wobei sich die Zeiger a und b auf je einen Versuch, die Zeiger 1 und 2 auf den Anfangs- und Dauerzustand beziehen, M die Masse der Füllung, Q die zugeführte Wärme, H die auf die Masse 1 bezogene Gesamtwärme (Wärmeinhalt) der gesättigten Flüssigkeit (Summe der inneren Energie und des Produktes von Druck und Volumen), L die Verdampfungswärme, u und u' das spezifische Volumen der Flüssigkeit und des Dampfes bedeuten[4]). Der Ausdruck $\alpha = \left[H - \frac{u}{u'-u} L\right]$ ist kennzeichnend für diese Versuchsart.

2. Bei der zweiten Art von Versuchen wird ein bestimmter Teil der Kalorimeterfüllung als gesättigter Dampf abgezapft. Die Temperatur des Kalorimeters wird konstant gehalten, indem gerade die zur Verdampfung des Wassers erforderliche Wärmemenge dem Kalorimeter durch den Heizkörper p und die Pumpe m zugeführt wird. Ein einzelner Versuch dieser Art ergibt annähernd die Verdampfungswärme, genauer die Wärme

$$\frac{u'}{u'-u} L = \frac{1}{M_2 - M_1} \left[-Q'\right]_1^2 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2),$$

wenn Q' die zugeführte Wärmemenge, $M_2 - M_1$ die entnommene Masse Dampf bedeutet. Diese Versuchsart wird durch die Größe $\gamma = \frac{u'}{u'-u} L$ gekennzeichnet.

3. Die dritte Versuchsart ist der zweiten in allen Stücken ähnlich, nur daß Wasser statt Dampf abgezapft wird. Das Ergebnis eines Versuches dieser Art läßt sich ausdrücken durch

$$\frac{u}{u'-u} L = \frac{1}{M_2 - M_1} \left[-Q\right]_1^2 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3),$$

wo Q die Wärmezufuhr bedeutet. Hier ist die kennzeichnende Wärmemenge $\beta = \frac{u}{u'-u} L$. Aus den durch die drei Arten von Versuchen gewonnenen Größen

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= H - \frac{u}{u'-u} L \\ \beta &= \frac{u}{u'-u} L \\ \gamma &= \frac{u'}{u'-u} L \end{aligned}\right\} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (4)$$

[1]) „Mechanical Engineering" Bd. 46 (1924) S. 81 u. 108.
[2]) N. S. Osborne, „Mechanical Engineering" Bd. 46 (1924) S. 88.
[3]) N. S. Osborne u. H. F. Stimson, „Mechanical Engineering" Bd. 46 1924) S. 81.

[4]) Gl. (1) läßt sich folgendermaßen beweisen: $[Q_b]_1^2 = M_b\,[(H_2 + x_2 L_2) - (H_1 + x_1 L_1)]$, wenn x die spezifische Dampfmenge im Kalorimeter bedeutet. Da nun das Gesamtvolumen des Kalorimeters

$$V = M\,[u + x\,(u' - u)],$$

so wird

$$[Q_b]_1^2 = M_b\left[(H_2 - H_1) + \frac{V}{M_b\,(u_2' - u_2)} - \frac{u_2}{u_2' - u_2} L_2 - \frac{V}{M_b\,(u_1' - u_1)} - \frac{u_1}{u_1' - u_1} L_1\right].$$

Eine analoge Gleichung gilt für $[Q_a]_1^2$. Bei Subtraktion fallen die Glieder mit V heraus, und man erhält Gl. (1).

erhält man durch einfache algebraische Operationen

$$\left.\begin{aligned} H &= \alpha + \beta \\ L &= \gamma - \beta \\ \frac{u'}{u} &= \frac{\gamma}{\beta} \\ H' &= H + L = \alpha + \gamma \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5),$$

wobei H' den Wärmeinhalt von gesättigtem Dampf bedeutet. Nach Beziehungen, die aus dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik folgen, liefern die Versuche weiter die Entropien Φ und Φ' des Wassers und des gesättigten Dampfes, die Entropie der Verdampfung $\frac{L}{T}$, die spezifischen Wärmen σ und σ' des Wassers und des gesättigten Dampfes in Form der Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} [\Phi]_1^2 &= \int_1^2 \frac{\mathrm{d}\,\alpha}{T} + \left[\frac{\beta}{T}\right]_1^2 \\ \frac{L}{T} &= \frac{\gamma - \beta}{T} \\ [\Phi']_1^2 &= \int_1^2 \frac{\mathrm{d}\,\alpha}{T} + \left[\frac{\gamma}{T}\right]_1^2 \\ \sigma &= \frac{\mathrm{d}\,\alpha}{\mathrm{d}\,T} + T\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\,T}\left(\frac{\beta}{T}\right) \\ \sigma' &= \frac{\mathrm{d}\,\alpha}{\mathrm{d}\,T} + T\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\,T}\left(\frac{\gamma}{T}\right) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6).$$

Endlich gewinnt man, wenn noch der Sättigungsdruck des Dampfes in Abhängigkeit von der Temperatur bekannt ist,

$$\left.\begin{aligned} u &= \frac{\beta}{T\frac{\mathrm{d}\,p}{\mathrm{d}\,T}} \\ \text{und} \qquad u' &= \frac{\gamma}{T\frac{\mathrm{d}\,p}{\mathrm{d}\,T}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7).$$

Osborne ist sich darüber klar, daß die Genauigkeit, mit der hiernach die spezifischen Rauminhalte bestimmt werden können, natürlich von den verschiedenen Faktoren der Versuche abhängt, und daß man selbstverständlich zwischen 0 und 100° einfachere und genauere Verfahren vorziehen wird. Den Hauptvorteil seines Vorgehens sieht er darin, daß die volumetrische Kalibrierung des Behälters erspart wird, die bei hohen Drücken und Temperaturen große Schwierigkeiten macht. Ein weiterer Vorzug, z. B. gegenüber der bekannten Münchener Methode[1]) der Bestimmung von u', soll darin liegen, daß im Sättigungszustand gemessen wird, also keine Extrapolation von geringer Überhitzung auf Sättigung erforderlich ist.

In der Aussprache machte der bekannte kritische Forscher auf dem Gebiet des Wasserdampfes, Prof. Heck, auf die Möglichkeit der Vergrößerung der Versuchsfehler aufmerksam, die sich aus der geplanten Differenzmethode ergeben können. Aber auch er erhofft große Fortschritte auf dem neuen Weg. In der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, wo man sich mit einem viel kleineren Programm bescheiden muß, werden zurzeit Versuche zur Bestimmung der Verdampfungswärme L nach einem zuerst von Henning[2]) bis 10 at angewendeten, der oben angeführten zweiten Art ähnlichen Verfahren vom Verfasser dieses Berichtes vorbereitet. Diese Versuche sollen außerdem nach der Gleichung von Clapeyron-Clausius $u' - u$ liefern und werden daher nach zwei Richtungen mit den Versuchen des Bureau of Standards verglichen werden können. Jedenfalls darf man nach dem vorzüglichen Ergebnis der Versuche mit Ammoniak[3]), bei denen das Bureau of Standards reiche Erfahrungen gesammelt hat, auf die in Aussicht gestellten Versuche, die mit der Messung der spezifischen Wärme des Wassers zwischen 0 und 100° begonnen worden sind, sehr gespannt sein.

Arbeiten des Massachusetts Institute of Technology.

Die vom Bureau of Standards als besonders schwierig bezeichneten unmittelbaren Messungen des spezifischen Volumens, die vom Massachusetts Institute of Technology ausgeführt werden sollen, beschreibt Keyes[4]). Die Hauptstücke der Versuchseinrichtung (Abb. 2) sind die Bombe g, der Meßzylinder e und die Druckwage a. Die Bombe besteht aus 99prozentigem Nickel mit einer Nickeldichtung, die einige Zeit bei 1260° in einen Strom von reinem trockenem Wasserstoff gehalten und dadurch sehr weich gemacht worden ist. Sie hängt in einem elektrisch geheizten Bad aus einem bis 480° brauchbaren Gemisch von Natrium- und Kaliumnitraten. Ein Widerstandsthermometer h ist mit einem selbsttätigen Temperaturregler verbunden, ein anderes dient zur Temperaturmessung. Links im Bad ist das Rührwerk zu sehen. Von g führen Nickelkapillaren über den Ventilklotz f nach den Rohren d und c, die gemeinsam mit dem Meßzylinder e und einem Rührer in einem Bad von 30° hängen. Im Meßzylinder e kann ein Stahlkolben von 30 mm Länge und 16 mm Dmr. durch eine Schraube auf- und abbewegt werden, deren Drehzahl an einer im Gestell fest gelagerten Mutter mit feiner Kreisteilung abgelesen wird. Das Gefäß e wird kalibriert, indem nach Füllung mit Quecksilber das bei je 5 Umdrehungen der Schraube aus e verdrängte Quecksilber gewogen wird. Bei den Versuchen sind im allgemeinen g, sein Anschlußrohr und der obere Teil von d mit Wasser, e, c und der untere Teil von d mit Quecksilber gefüllt. c hat oben einen elektrischen Nadelkontakt, durch den die Füllung festzustellen ist, und ein zur Druckwage a führendes, mit Öl gefülltes Verbindungsrohr. b ist eine Ölpumpe, durch die man das Quecksilber in c stets bis zum Nadelkontakt bringen kann.

Abb. 2. Versuchsanordnung zur Messung der Zustandsgrößen.

Man hält nun zunächst das Bad der Bombe g, die mit einer abgewogenen Wassermenge gefüllt ist, auf 30° und bestimmt durch Drehen der Spindel von e die Verdichtbarkeit des Wassers bei 30°. Hierdurch kennt man die Masse des Wassers, die sich bei jedem Druck in d befindet. Nun kann man g auf beliebige Temperatur bringen und die darin enthaltene Wassermenge als Unterschied aus der abgewogenen Gesamtmenge und dem Teil in d bestimmen.

Es handelt sich hier also um ein Verfahren für konstantes Volumen und veränderliche Masse. Bei den Messungen im Überhitzungsgebiet braucht man natürlich viel weniger Wasser, aber d und die Nickelkapillare sind auch dabei immer mit Wasser von 30° gefüllt. Zunächst sollen mit der Anordnung das spezifische Volumen des Wassers und der Dampfdruck bis zur kritischen Temperatur gemessen werden, dann das Volumen des überhitzten Dampfes. Man wird den Messungen des spezifischen Dampfvolumens wegen ihrer großen Schwierigkeit mit einigen Bedenken entgegensehen müssen. Für die beabsichtigten Messungen des Dampfdruckes bis zum kritischen Druck scheint mir angesichts der vorzüglichen Messungen von Holborn und Baumann[5]) in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt kein Bedürfnis vorzuliegen.

Arbeiten der Harvard University.

In der Harvard-Universität setzt Kleinschmidt[6]) die Messungen des Thomson-Joule-Effektes von überhitztem Dampf fort, die bereits bis zu 42 at und 360° durchgeführt sind. Der Dampf wird in einem mit Gas beheizten, selbsttätig geregelten Kessel erzeugt, durch einen ersten Überhitzer und einen Abscheider geführt, dann durch einen porösen Alundumpfropfen um 1 bis 1½ at gedrosselt, hierauf in einen Gegenstromtrockner auf hohe Temperatur geheizt und wieder gekühlt und endlich durch einen zweiten Alundumpfropfen geführt und dabei durch eine

[1]) Osc. Knoblauch, R. Linde u. H. Klebe, Forschungsarbeiten Heft 21 (1905) S. 33.
[2]) E. Henning, Annalen d. Phys. (4) Bd. 29 (1909) S. 441.
[3]) Siehe M. Jakob, Z. Bd. 68 (1924) S. 316.
[4]) F. G. Keyes, „Mechanical Engineering" Bd. 46 (1924) S. 82
[5]) L. Holborn u. A. Baumann, Annalen d. Phys. (4) Bd. 31 (1910) S. 945.
[6]) R. V. Kleinschmidt, „Mechanical Engineering" Bd. 46 (1924) S. 48.

elektrische Widerstandsspule etwas überhitzt. Der Behälter des Pfropfens besteht aus einem Stahlstück und einem durch sechs kräftige Bolzen aufgepreßten Deckel mit Asbestdichtung. Das Bad hat einen Durchmesser von ½ m, eine Tiefe von über 1 m und ist mit einer 15 cm dicken Lage von Mineralwolle isoliert. Der Pfropfen ist jetzt statt mit fester, mit gehechelter Asbestwolle umgeben, durch die der Dampf nicht turbulent strömt; durch diese Verbesserung wurde der Wärmeverlust um die Hälfte verringert.

Im Anschluß an diese Versuche berichtet Davis[1]) über die Fortschritte in der Kenntnis des Thomson-Joule-Effektes μ des Wasserdampfes und einige Folgerungen daraus. Er teilt zunächst für den Thomson-Joule-Effekt μ_0 beim Druck $p = 0$ (absolut) die durch Extrapolation aus den Versuchswerten gewonnene Gleichung

$$\mu_0 = 0{,}052\, e^{\frac{1800}{T}} - 0{,}025 \quad \text{. . . . .} \quad (8)$$

mit, worin μ_0 in Grad für 1 at ausgedrückt ist. Das Gesamtergebnis der bisherigen Versuche ist in der Form von Drosselkurven (Kurven konstanter Gesamtwärme) in Abb. 3 zusammengefaßt, die durch schrittweise Integration aus den Werten von μ gewonnen sind. Die Kurven sollen eine um ein Vielfaches größere Genauigkeit haben, als in dem für den Abdruck möglichen Maßstab zum Ausdruck kommt. Ferner hat Davis nach einem schon früher veröffentlichten Verfahren[2]) das Verhältnis der spezifischen Wärme c_p zu ihrem Wert $(c_p)_0$ bei unendlich kleinem Druck aus den Unterlagen der Abb. 3 berechnet und zeichnerisch dargestellt.

Abb. 3. Kurven konstanten Wärmeinhaltes.

Hiernach aber kann er Kleinschmidts Messungen des Thomson-Joule-Effektes mit den c_p-Messungen Knoblauchs und seiner Mitarbeiter vergleichen. Aus 178 Münchener Versuchspunkten berechnet er mit Hilfe seines $c_p/(c_p)_0$ - Diagramms $(c_p)_0$ mit dem Ergebnis, daß sich diese Werte im Bereich bis 350° fast alle mit einer Genauigkeit von etwa ± 0,01 kcal/kg wiedergeben lassen durch die Gleichung

$$(c_p)_0 = 0{,}4165 + 0{,}000\,204\, t \quad \text{. . . . .} \quad (9).$$

Er schließt daraus, daß die Münchener Versuche, deren Fortführung über 30 at hinaus von Professor Knoblauch beabsichtigt ist, so gut sind, daß man in Amerika das Geld für ihre Wiederholung sparen könne, daß sich ferner Callendars Annahme der Konstanz von $(c_p)_0$ mit dem Ergebnis der Münchener und Harvard-Versuche nicht vereinbaren läßt, und endlich, daß zunächst keine Krümmung der $(c_p)_0$-Kurve im c_p, t-Diagramm mit Sicherheit festgestellt werden kann.

Zum letzten Punkt ist zu bemerken, daß nach den Münchener Messungen eine Krümmung der $(c_p)_0$- Kurve unterhalb 200° kaum zu bestreiten[3]); in diesem Bereich streuen übrigens die von Davis berechneten Werte von $(c_p)_0$ zum Teil um mehr als 0,02 kcal/kg, so daß die Abweichungen — bei 100° C $(c_p)_0$ nach Knoblauch 0,458, nach Davis 0,437; bei 150° 0,459 bzw. 0,447 — in das Gebiet der Streuung fallen. Davis selbst ist geneigt, an die Krümmung der $(c_p)_0$ - Linie zu glauben, und vermutet einen leichten systematischen Fehler in seinen Berechnungen, dem er noch nachgehen will.

Abb. 4. Kurven konstanten Druckes.

Zum Schluß seiner Ausführungen bringt Davis die bisherigen Versuchsergebnisse der Harvard-Universität noch in die Form eines H, t-Diagramms, Abb. 4, und findet, daß sie mit seinen früheren Berechnungen gut übereinstimmen. Aus Abb. 4 läßt sich die Gesamtwärme für Sättigung genauer als aus Abb. 3 abgreifen. Man sieht, daß der wohlbekannte Höchstwert der H_s-Kurve hier wirklich erreicht und überschritten ist.

Unter Zuhilfenahme von Wasserdampftafeln kann man nun die zunächst willkürliche Konstante H_c bestimmen, die zu den Zahlenwerten der Abb. 3 und 4 hinzuzufügen ist, damit die Werte H mit den Werten der Tafeln bei 0° oder 100° übereinstimmen. Davis erhält so $H_c = 655{,}6$ nach den Tafeln von Marks und Davis, die — wie ich annehme — auf $H_{100} = 639{,}1$ aufgebaut sind, während nach den Messungen von Henning $H_{100} = 639{,}26$ und nach den Tafeln von Knoblauch, Raisch und Hausen $H_{100} = 639{,}8$ wäre. Nach Abb. 4 hat H bei etwa 230° einen Mittelwert von etwa 668 kcal/kg; auch das stimmt gut mit den Münchener Tafeln überein, die bei 230 bis 235° als Höchstwert $H = 666{,}8$ aufweisen.

Wie aus obigen Darlegungen hervorgeht, sind die Arbeiten der Harvard-Universität schon weit fortgeschritten; sie waren eben offenbar längst begonnen, ehe das gemeinsame Versuchsprogramm aufgestellt wurde. Die übrigen Arbeiten sind vor etwa 2½ Jahren begonnen worden. Ende Dezember 1924 sollen die ersten Versuchsergebnisse und in einigen Jahren die geplante neue Dampftafel zu erwarten sein. [A 347]

[1]) H. N. Davis, „Mechanical Engineering" Bd. 46 (1924) S. 85 u. 108.

[2]) H. N. Davis, Proc. Americ. Acad. of Arts and Sciences Bd. 45 (1910) S. 265.

[3]) s. M. Jakob, Z. Bd. 56 (1912) S. 1980 und Osc. Knoblauch, E. Raisch und H. Hausen, Tabellen und Diagramme für Wasserdampf. R. Oldenbourg 1923.

Explosion eines Wasserabscheiders.

Eine bemerkenswerte Explosion, die glücklicherweise ohne Verlust an Menschenleben abgelaufen ist, wird in der Zeitschrift des Bayerischen Revisions-Vereins vom 15. Mai 1924 mitgeteilt. Der aus Blech autogen geschweißte Wasserabscheider, der zwischen die Dampfkesselanlage und eine 5000 kW-Dampfturbine eingeschaltet war, ist, ohne daß vorher irgendwelche Störungen beobachtet worden wären, explodiert, wodurch das Kraftwerk in wenigen Sekunden still gesetzt wurde. Der Bruch ist wahrscheinlich von dem Eintrittstutzen des Wasserabscheiders ausgegangen, der vollständig abgerissen war.

Ein zwischen die Dampfleitung und den Wasserabscheider eingeschalteter Seiffertscher Wellrohrbogen von 300 mm l. W. wurde durch den Rückdruck des ausströmenden Dampfes gerade gestreckt, hat aber diese plötzliche Formänderung ohne Schaden ausgehalten. Der Kessel des Abscheiders von 950 mm Dmr. und 1700 mm Höhe war aus 12 mm dickem Blech hergestellt und ist der Länge nach sowie entlang den beiden Rundnähten am Boden aufgerissen. Bei der Untersuchung der Teile wurde festgestellt, daß die Schweißung ganz mangelhaft war. Namentlich war der abgerissene Stutzen auf dem größten Teil des Umfanges gar nicht richtig abgebunden, weil das Schweißmaterial zu wenig in die Fuge eingedrungen war. Bemerkenswert ist, daß der Abscheider bei Dampf von 15 at und 350° schon 10 Jahre ohne äußerliche Störungen ausgehalten hat. [M 405]

Die Elektrizität im Baubetriebe.

Von *F. Kunath*, Oberingenieur der Siemens & Halske A.-G.

(Schluß von S. 711.)

Die Bagger gehören zu denjenigen Baumaschinen, bei welchen sich der elektrische Antrieb wegen der vielen bestehenden Dampfanlagen nur verhältnismäßig schwer durchsetzen konnte. Für die großen Leistungen, die von den Baggern heutzutage verlangt werden, scheidet der Dampfbetrieb fast ganz aus.

Bei Eimerkettenbaggern und Löffelbaggern erfolgt der Antrieb entweder durch einen Motor oder durch drei Motoren, bei Eimerkettenbaggern bisweilen auch durch zwei Motoren, von denen einer auf den Turas und der andere auf das Fahrwerk arbeitet. Die Frage, welche Stromart und welche Spannung angewendet wird, wurde schon bei der Stromzuführung erörtert.

Mit Rücksicht auf die großen Energiemengen, die z. B. einem von Menck & Hambrock ausgeführten, ungewöhnlich großen Löffelbagger von 4 m³ Löffelinhalt durch Kabel zugeführt werden, wurde Drehstrom von 3000 V und 50 Per./s gewählt. Die drei Hauptmotoren haben folgende Stundenleistungen: für das Hubwerk 185 kW, für das Dreh- und Fahrwerk 125 kW, für das Vorschubwerk des Löffelstieles 74 kW bei 730 Uml./min. Alle drei Motoren sind während 20 min mit 25 vH, während 10 min mit 50 vH und während 2 min mit 100 vH überlastbar.

Außer diesen drei Motoren ist noch ein Motor von 1,5 kW für eine Druckluftanlage und ein Motor von 1 kW für eine Druckwasserpumpe vorhanden, die mit 220 V Drehstrom an einem Hilfstransformator liegen, der auch die Beleuchtungsanlage speist. Die Motoren haben offene Bauart mit Ausnahme des Motors für die Druckwasserpumpe, der wegen des ungünstigen Aufstellungsortes unter dem Führerstand in geschlossener Ausführung gewählt wurde. Für die Bewegung der Steuerapparate werden Druckluft und Druckwasser benutzt. Im übrigen sind Bagger in Heft 27 S. 690 u. f. besonders besprochen worden.

In engen Baugruben wird das Lösen und Laden des Bodens mit der Hand ausgeführt. Die Abfuhr erfolgt bei genügend großen Massen aber maschinell mit elektrischen Lokomotiven, oder der Boden wird mit elektrisch angetriebenen Hebewerken aus der Baugrube gehoben. Die Zeiten, in welchen unzählige Gespanne sich in Marschkolonne in der Baugrube aufstellten und dort beladen wurden, sind endgültig vorüber. Abb. 3 (S. 709) zeigt die Abfuhr des Bodens in Kippwagen von ¾ m³ für 600 mm Spur mittels einer elektrischen Lokomotive von 40 PS für 220 V. Die Kippwagen werden entweder mit einem elektrischen Drehkran aus der Baugrube gehoben und hier wieder zu Zügen zusammengestellt oder wie z. B. beim Bau der Untergrundbahn in Berlin in Motorwagen entleert. Lassen die örtlichen Verhältnisse es zu, so kann der Zug natürlich auf einer Rampe die Baugrube verlassen.

Abb. 12. Doppelaufzug für die Beförderung von Boden aus der Baugrube.

Für die Beförderung von Kippwagen aus der Baugrube benutzt man auch elektrisch angetriebene Doppelfahrstühle, bei denen der beladene Wagen auf der einen Förderschale gehoben und der entladene Wagen auf der anderen Förderschale in die Baugrube hinabgelassen wird. Bei dem Doppelaufzug nach Abb. 12 wird der Inhalt eines Kippwagens in einen Kübel entleert und dieser auf geneigter Bahn von einer elektrisch angetriebenen Winde hochgezogen. Der Kübel entleert selbsttätig in einen Trichter, und aus diesem fällt der Boden in einen darunter stehenden Wagen. Das tote Gewicht des hochgehenden Kübels ist durch einen zweiten, gleichzeitig abwärts gehenden Kübel ausgeglichen.

Abb. 13. Gurtförderer.

Zu den Maschinen für die Beförderung des gelösten Bodens aus Baugruben gehören auch die elektrisch angetriebenen fahrbaren Gurtförderer, Abb. 13. Das Förderband bewegt sich auf seitlich am Träger angebrachten Laufrollen und besteht aus einzelnen 400 mm breiten geraden Blechen mit 80 mm hohen Seitenwänden. Die Bleche, die schuppenartig übereinander greifen, sind an einer endlosen Bolzenkette befestigt, die von einem im oberen Ende des Trägers gelagerten Kettenrad angetrieben wird; sie sind mit Mitnehmern ausgerüstet, die ein Abrutschen des Fördergutes auf dem ansteigenden Bande verhindern. Das Fördergut wird mit der Hand durch einen Einwurftrichter aus Holz aufgegeben. Der Antriebmotor ist über den oberen Laufrädern gelagert und treibt mittels Gallscher Kette über ein doppeltes Vorgelege das obere Kettenrad an, über das die Kette mit dem Eisenband läuft. Der Abstand zwischen dem oberen und unteren Kettenrad beträgt 10 m, die Leistung 6 m³/h.

Der elektrische Antrieb von Aufbereitungsmaschinen für den Tiefbau, wie Steinbrecher, Sandmühlen, Kies-Siebmaschinen, Kies-Waschmaschinen und Betonmischmaschinen sowie der im Tiefbaubetriebe verwendeten Winden, Aufzüge und Krane einschließlich der Kabelkrane und Seilbahnen, ferner der Holz- und Eisenbearbeitungsmaschinen, wie Kreissägen, Bandsägen, Stanzen, Scheren, Biegemaschinen usw., bietet nichts, was der Verwendung dieser Maschinen im Tiefbau eigentümlich wäre; die genannten Maschinen wurden vielmehr in der üblichen Ausführung auch in den Tiefbau übernommen. Im Folgenden sollen daher nur einige Sonderausführungen für den Tiefbau erörtert werden.

Von den Rammen eignen sich nur solche für den elektrischen Antrieb, bei welchen der Bär von einer endlosen Kette gehoben wird. Die Kette läuft von dem Kettenrad der elektrisch angetriebenen Winde über eine am Rammgerüst angebrachte Spannvorrichtung, von hier um eine Rolle am unteren Ende der Laufruten, dann zwischen den Laufruten in die Höhe und über eine Rolle am oberen Ende der Ruten zur Winde zurück. Die Rammen sind je nach dem Bärgewicht mit Motoren von 10 bis 18 PS ausgerüstet, deren Umlaufzahl im Verhältnis 1 : 1,5 regelbar ist. Die Kettengeschwindigkeit beträgt 0,4 m/s.

Gerammte Träger werden nach dem Bau häufig zwecks nochmaliger Benutzung mit Hilfe von Trägerziehmaschinen aus

Abb. 14. Trägerausziehmaschine.

dem Boden gezogen. Eine solche Trägerziehmaschine der SSW für elektrischen Antrieb ist beim Bau der Untergrundbahnen in Berlin viel benutzt worden, um die Träger zu ziehen, welche zur Absteifung der Baugrube dienten. Ein langsam laufender Hauptstrommotor von 13 PS ist bei dieser Maschine mit einer Welle, die parallel zur Fahrrichtung auf der Bühne der Maschine wagerecht gelagert ist, unmittelbar gekuppelt. Von dieser Welle werden zwei senkrechte Zugspindeln mittels Stirnradvorgelege und Kegelräderpaare angetrieben. Die beiden Spindelmuttern tragen eine Brücke, an der die Zugstangen mit der Zange zum Festklemmen des zu ziehenden Trägers hängen. Die Antriebwelle kann auch mittels Kegelräder auf eine Seilwinde und auf das Fahrwerk der Maschine geschaltet werden. Die Seilwinde dient zum Herausholen der mit der Zange gelockerten und angehobenen Träger und zum Ablassen der gezogenen Träger. Die Zugkraft der Zange beträgt 10 000 kg, diejenige der Seilwinde 2000 kg ohne Rolle. Das Seil läuft über eine Rolle eines Bockes, der auf der Bühne der Maschine aufgestellt ist.

Zu den Sonderausführungen für den Tiefbau gehört auch die Erdbohrmaschine der SSW, Abb. 15. Diese Maschine ist ein Erzeugnis der Kriegstechnik und diente im Kriege dazu, lange wagerechte Löcher nach den feindlichen Stellungen zu bohren, um sie mit Minen, die in die Löcher hineingeschoben wurden, zu sprengen. Sie wird jetzt dazu benutzt, Ankerlöcher zu bohren für das rückwärtige Verankern der Wände von solchen Baugruben, die wegen zu großer Breite nicht ausgesteift werden können. Das Ausheben von Gräben für die Anker wird dabei

Abb. 15. Erdbohrmaschine.

gespart. Auch zur Herstellung von Löchern für das Entwässern von Dämmen ist die Maschine mit Erfolg verwendet worden. Das Bohrwerk wird von einem Drehstrommotor von 12 kW durch eine Schnecke angetrieben und mittels eines Handrades und eines Kettenzuges auf Schienen vorgedrückt. Die Laufschienen sind zu einem Rahmen ausgebildet, an dessen Ende der Bock für den Stützpunkt des Kettenzuges ein Führungslager für die Bohrer trägt. Die Bohrer haben 180 mm Außendurchmesser; sie bestehen aus dünnwandigen eisernen Rohren, auf welche die Gewinde aus Blech hochkantig aufgeschweißt sind. In die Enden der 2 m langen Bohrschüsse sind Gewindestücke zum Zusammensetzen der einzelnen Schüsse eingesetzt.

Eine zweite Maschine, die aus der Kriegszeit stammt und jetzt im Tiefbau ausgedehnte Verwendung findet, ist die Elmo-Entwässerungspumpe der SSW. Abb. 16 zeigt die Schraubenradpumpe mit dem Motor in senkrechter Anordnung unmittelbar zusammengebaut in der Ausführung als Schützengrabenpumpe auf drei Stützen. Zur Entwässerung von Baugruben und zum Auspumpen des Sickerwassers beim Stollenbau leisten die Pumpen wegen ihrer Handlichkeit und des geringen Platzbedarfes gute Dienste. Auch für Grundwassersenkungsanlagen geringen Umfanges sind sie schon verwendet worden. In diesem Falle wird das Saugrohr der Pumpe unmittelbar in das Brunnenrohr eingehängt, jeder Brunnen erhält also eine Pumpe. Die Pumpen werden mit einem Drehstrommotor für 120/210 V oder mit einem Gleichstrommotor für 220 V geliefert. Der Motor macht 2850 Uml./min und nimmt bei einer Fördermenge von 5 l/s und bei einer Förderhöhe von 5 m 0,66 kW auf. Die größte Förderhöhe beträgt 8 m.

Der Vorteil des elektrischen Antriebes im Tiefbau springt besonders scharf bei der Verwendung von Kreiselpumpen für Grundwassersenkungsanlagen in die Augen. Die Raumbeschränkung in engen Baugruben würde die Aufstellung von Lokomobilen in den meisten

Abb. 16. Elmo-Entwässerungspumpe.

Abb. 17 und **18.** Rohrbrunnenpumpe.

Fällen unmöglich machen. Ausschlaggebend für die Verwendung des elektrischen Antriebes ist der geringe Platzbedarf und das geringe Gewicht eines Motors gegenüber einer Lokomobile immer dann, wenn z. B. die Pumpenanlage einer Tunnelbaugrube an den Querträgern für die Abdeckung der Baugrube aufgehängt werden muß, damit man den Raum unter dem Pumpenhaus ausschachten und -betonieren kann.

Die Absenkung des Grundwassers um solche Tiefen, die größer sind, als der praktisch erreichbaren Saughöhe der Pumpen entspricht, macht den Einbau von Brunnen und Pumpen in mehreren Stockwerken untereinander erforderlich. Wegen der starken Krümmung des Wasserspiegels am Umfang des Brunnenrohres kann mit einer Staffel eine nutzbare Absenkungstiefe von nur 3 bis 5 m erreicht werden. Für eine Absenkung von 15 m waren z. B. bei den im Jahre 1912 ausgeführten Gründungsarbeiten auf der Museumsinsel in Berlin fünf Staffeln erforderlich. Das Bohren von mehreren Brunnen und die Verlegung von Saugleitungen in mehreren Stockwerken übereinander läßt sich neuerdings durch Anwendung der Rohrbrunnenpumpe der SSW vermeiden. Diese Rohrbrunnenpumpe, Abb. 17 und 18, besteht aus einem in die Länge gezogenen Drehstrom-

otor mit senkrechter Motorwelle und mit angebauter Schraubenumpe und wird an dem Druckrohr in den Brunnen eingehängt. er Motor hat einen größten Durchmesser von 260 mm, so daß ch die Pumpe für Filterrohre von 300 mm l. W. verwenden läßt. r hat eine Leistung von 7,5 kW und macht 2850 Uml./min. Die umpe hat ein Schraubenrad mit zwei Druckstufen und liefert i 30 m manometrischer Förderhöhe 8,5 l/s, bei 25 m 11,0 l/s. ür größere Förderhöhen wird die Zahl der Stufen des Schraubenades entsprechend erhöht.

Wenn die Rohrbrunnenpumpen unter Wasser arbeiten sollen, muß man, um ein Eindringen des Wassers durch die Stopfüchse in das Motorinnere zu vermeiden, den Motor mit Öl füllen. s kann aber auch das Motorinnere unter Luftdruck gesetzt erden. Zu diesem Zweck sind am Motor Rohrleitungen für die uführung der Druckluft angebracht. In beiden Fällen wird llerdings der Wirkungsgrad der Anlage verschlechtert; im ersten all durch die Reibungsverluste des Läufers im Ölbad und im weiten Fall durch die Energiemenge, die zur Erzeugung der ruckluft aufgewendet werden muß. Trotzdem bietet eine Grundasser-Senkungsanlage mit Rohrbrunnenpumpen einer mehraffeligen Pumpenlage gegenüber große wirtschaftliche und bauche Vorteile. Will man dagegen die Verschlechterung des irkungsgrades durch die Ölfüllung des Motors oder durch den nergieaufwand für die Druckluft vermeiden, so baut man die umpe oberhalb des Wasserspiegels in den Brunnen ein und nützt die Saughöhe der Pumpe aus. Sobald der Wasserspiegel um das Maß der Saughöhe abgesenkt ist, werden die Pumpen tiefer gehängt. Da immer eine größere Anzahl Pumpen gleichzeitig im Betriebe ist, so macht die Außerbetriebsetzung einer einzelnen Pumpe zum Zwecke des Tieferhängens keine Schwierigkeiten. Sind Brunnen mit Ersatzpumpen vorhanden, so werden diese so lange in Betrieb genommen. Sollte unbeabsichtigterweise ein Motor unter Wasser arbeiten und hierbei Wasser in den Motor eindringen, so kann es durch ein Rohr, das bis auf den Boden des Motors geführt ist, mit Druckluft, die durch das zweite Rohr unter hohem Druck eingeblasen wird, entfernt werden.

Im Vorstehenden wurde der Bau der Schwarzenbachtalsperre bei Forbach in Baden, der von der Siemens-Bauunion ausgeführt wird, mehrfach erwähnt. Die Zahl und die Leistung der Motoren, die auf dieser Baustelle im Betriebe sind, gibt den besten Überblick über den Umfang, welchen die Einführung des elektrischen Antriebes im Tiefbau erreicht hat; sie seien daher als Schluß dieser Betrachtungen erwähnt. Auf der genannten Baustelle sind bis jetzt 127 Motoren eingebaut mit zusammen 3415 kW. In diesen Zahlen sind die Lokomotivmotoren nicht enthalten, weil ihre Leistung in dem Motor des Umformers bereits berücksichtigt wurde. Der größte Motor hat 500 kW; er treibt zwei Stromerzeuger von 220 und 500 V für den Lokomotivbetrieb an. Der kleinste Motor von 0,3 kW ist ein Gebläsemotor für einen Schmiedeherd mit zwei Feuern. [A 350]

Die Fördereinrichtungen beim Bau der Schwarzenbach-Talsperre.

Von Dr.-Ing. Max Enzweiler, Prokurist der Siemens-Bauunion.

(Schluß von S. 720.)

Die Förderbahn, die, wie bereits berichtet, auch die Gleise s Steinbruches aufnimmt, wird an der Sperrmauer zu einem ahnhof ausgebaut. Von hier aus werden die Züge verteilt; die indemittelwagen werden zu den weiter unten besprochenen Ladenrichtungen der Bindemittelsilos verschoben; die für Schotterrstellung bestimmten Steinwagen gelangen zu den Brecherd Sandmühlenanlagen, während die Wagen mit Felsblöcken imittelbar unter die hierzu dienenden Kabelkrane gelangen. hließlich müssen auf dem Gleise der Förderbahn auch die ebensmittel zu ihrer Verwendungsstelle kommen, die Ersatzteile r Maschinen in die Werkstätten und Lagerräume gefahren erden. Es gliedern sich daher um diesen Bahnhof in der Höhe r Mauerkrone der Sperre die Brech- und ahlanlage, die Bindemittelsilos, die Werkätten, Schmieden, Magazine, Kantinen, Wohnaracken, Bureauräume, Krankenbaracke, äckerei, Schreinerei, Schuhmacherei usw.; ier vereinigen sich alle Arbeitsvorgänge, ohne ch jedoch durch die Vereinigung gegenseitig behindern, mit einem Wort, hier ist die eele des ganzen Talsperrenbaues.

Für das Einbringen der Felsblöcke in die lauer und des Gußbetons an die Verwendungsælle sind vier Kabelkrane vorhanden, Abb. 6. eder dieser vier Kabelkrane ist radial fahrbar nd hat eine feste Stütze, die zu zweien in einem isenturm zusammengefaßt sind, und eine fahrare Stütze, so daß jeder Kran für sich fahrar ist. Die Spannweite beträgt 450 m. Die ragkraft ist auf 5 t Nutzlast bemessen, entprechend einem Kübelinhalt von 2 m² Gußeton. Zwei der aufgestellten Kabelkrane sind on Bleichert & Co., Leipzig, geliefert; die ahrbare Stütze läuft bei dieser Bauart auf wei Schienen mit 10,5 m Spur. Die beiden ndern Kabelkrane, die von der ATG, Leipzig, eliefert worden sind, haben dieselben Abmesungen, nur ist hier die fahrbare Stütze als endelstütze mit Gegengewicht zur Aufnahme es Seilzuges ausgebildet. Die Fahrgeschwindigeit der Laufkatze beträgt 3,7 m/s, die Hubeschwindigkeit 0,75 m/s. Es ist unter diesen erhältnissen möglich, etwa neun Spiele ausuführen, so daß mit den vier Kabelkranen usammen 170 m³/h Gußbeton bzw. Felsblöcke die Mauer eingebracht werden können. Es t Vorsorge getroffen, daß bei Eintritt unvorergesehener, längerer Störungen im Betrieb der Kabelkrane die Mischmaschinenanlage auf Gießrinnen arbeitet, die in der Lage sind, etwaige Ausfälle in der Betonverteilung rasch auszugleichen.

Die Türme der Kabelkrane sollten ursprünglich aus Holz gebaut werden. Mit Rücksicht auf ihre Höhe (25 bzw. 14 m) und die Gefahr der Austrocknung des Holzes entschloß man sich für eiserne Stützen. Zur Vermeidung des Zusammenfahrens der Stützen sind sie mit einem selbsttätigen Ausschalter versehen, derart, daß bei einem Heranfahren der Stützen auf eine gewisse Entfernung der Motor ausgeschaltet wird. Die Bedienung der Kabelkrane, ebenso wie das Verfahren der Pendelstützen erfolgt von einem Führerstand aus an der festen Turm-

Abb. 6. Türme der Kabelkrane.

seite. Da eine unmittelbare Aussicht nach den Verwendungspunkten vom Führerstand des Kabelkranes nicht ermöglicht werden kann, sind optische Signale zur Verständigung eingeschaltet neben Fernsprechverbindung, da in dem Falle von Nebel die Lichtzeichen allein nicht mehr ausreichen.

Vor Verwendung der Kabelkrane waren eingehende Studien und Überlegungen über die zweckmäßigste Art der Betonförderung angestellt worden. Die Kabelkrane haben entschieden den Vorteil, daß mit verhältnismäßig billigen Mitteln jeder Punkt der Talsperre in Grundriß und Höhe leicht erreicht werden kann. Die Nachteile der Kabelkrane bestehen in der in ihrem System begründeten, beschränkten Leistungsfähigkeit gegenüber Standbahnen, ein Nachteil, der jedoch durch Vermehrung der Kabelkrane in gewissem Umfang ausgeschaltet werden kann. Ein weiterer Nachteil, der jedoch nicht von ausschlaggebender Bedeutung ist, liegt in den unvermeidlichen Zeitverlusten beim Absetzen der Last und bei ihrem Aufnehmen, hervorgerufen durch die bei plötzlicher Entspannung des Kabelkranes unvermeidliche Schwingung im Seil, die bei den hier geschilderten Verhältnissen bis zu 10 m beträgt. Es wird weiter unten mitgeteilt, wie diese Schwingungen gedämpft wurden durch Wahl geeigneter Förderkübel, um so den Zeitaufenthalt auf ein Mindestmaß einzuschränken.

Abb. 7. Gußbetonkübel auf Unterwagen aufgesetzt.

Der Abstand der vier Kabelkrane mußte so gehalten werden, daß diese auf einen verhältnismäßig kleinen Grundrißraum arbeiten können, ohne sich gegenseitig zu behindern. Da die Konstruktion der Türme das gewünschte Maß der Annäherung nicht zuließ, wurden die Türme gegenseitig versetzt, so daß sie bis auf eine Entfernung von durchschnittlich 6,5 m aneinander fahren können.

Das Fördergefäß für die Felsblöcke ist bereits früher besprochen worden. Für Beton sind Kübel nach Abb. 7 benutzt worden. Sie haben den Vorteil, daß eine allmähliche Entleerung eintritt und damit die plötzliche Entlastung des Kabelkranes mit der im Zusammenhang damit auftretenden und als nachteilig empfundenen Schwingung des Kabelseiles beseitigt ist. Gegenüber den anfänglich benutzten Muldenkippern haben diese Kübel den Vorteil, daß ihre Entleerung restlos erfolgt, während in den Muldenkippern die breiige Betonmasse nicht immer ohne Nacharbeit beim Kippen abfloß. In der Hauptsache aber hatte der Muldenkipper den großen Nachteil, daß das Absetzen auf seinen Unterwagen eine gewisse Genauigkeit der Arbeit vor aussetzte, die bei den Kabelkränen nur schwer erreicht wird. Die dadurch entstehenden Zeitverluste mußten störend wirken.

Besonders bemerkenswert ist die Betonbereitungsanlage in Verbindung mit dem Brech- und Mahlwerk. Die Gewähr für große Leistungen und wirtschaftlichen Betrieb beim Talsperrenbau liegt in der guten Durchbildung dieser Anlagen, weil sich hier die Ersparnisse, die bei 1 m³ möglich sind, mit der gesamten großen Betonmenge, die zu verarbeiten ist, multiplizieren. Bei der Brech-, Mahl- und Mörtelanlage ist, soweit überhaupt durchführbar, selbsttätiger Betrieb eingerichtet worden.

Der eine Teil des Brech- und Mahlhauses umfaßt die Zerkleinerungsmaschinen mit den entsprechenden Silos und Betonmischmaschinen, der andere Teil enthält die Zubringer für die Bindemittel, die Bindemittelsilos und die Abförderung der im richtigen Gewichtverhältnis fertiggestellten Bindemittel zur Mischmaschine.

Der zur Beschaffung von Schotter und Sand vom Steinbruch kommende Zug fährt in der Höhe + 668 in das Mahl- und Brechhaus hinein, s. Abb. 8, und wird dort in kleine Fülltrichter gekippt, die unmittelbar in die Steinbrecher entleeren. Alle Maschinensätze sind fünffach vorhanden; vier Gruppen dienen für den Normalbetrieb und eine Maschinengruppe zur Aushilfe. Dementsprechend sind auch die Schotter- und Sandsilos in fünffacher Zahl nebeneinander angeordnet. Alles aus den Steinbrecher gelieferte Material fällt in die Elevatorgrube, den tiefsten Punkt der ganzen Anlage. Von hier aus wird das bisher noch ungeordnete Schottermaterial mit Hilfe von Elevatoren 18 m hoch bis zum obersten Ende der Mahl- und Brechanlage hochgeführt; hier stehen die fünf Siebtrommeln von 1,2 m Dmr. bei 4,5 m Länge mit einer dreifachen Siebteilung. Die Siebtrommel hat eine Lochung für Korngrößen von 0 bis 20 mm und eine solche von 20 bis 50 mm. Über der Trommel ist noch ein Übersieb eingebaut für eine Körnung von 0 bis 7 mm. Der aus dem Übersieb herausfallende Sand gelangt in das unmittelbar darunter liegende Sandsilo, dessen Auslauf vor der Mischmaschine liegt. Die Korngröße von 7 bis 25 mm, die aus der Trommel gewonnen wird, aber nicht durch das Übersieb gelangt, wird je nach Bedarf entweder den Sandmühlen zugeleitet, die unten neben den Brechern aufgestellt werden, oder je nach der Betätigung von Schiebern kann auch das Material von 7 bis 25 mm in die Schottersilos gelangen, die neben den Sandsilos eingebaut sind. Die Korngröße 25 bis 50 mm, die aus der Siebtrommel gewonnen wird, fällt unmittelbar in das Schottersilo; es kann jedoch auch diese Korngröße in die Sandmühle durch geeignete Schieber hineingelangen. Die Größen über 50 mm fallen aus der Siebtrommel heraus und werden in die Vortrichter zu den Steinbrechern geleitet, wo sie abermals die Steinbrecher durchlaufen. Die Korngröße 7 bis 25 mm wird, soweit erforderlich, in einer einfachen Walzenmühle zu Sand bis 7 mm Korngröße verarbeitet. Die Sandmühlen entleeren in die erwähnte Elevatorengrube. Der Sand wird von den Elevatoren zu der Siebtrommel gefördert und endgültig von dieser in das Sandsilo hinüber geleitet.

Die Steinbrecher sind Backenbrecher von Fried. Krupp A.-G. Sie sind mit einer Maulweite von 35 cm eingestellt und haben eine Leistung von 12 m³/h. Die Untersuchung hat ergeben, daß bei der Einstellung der Brecher auf eine Höchstkorngröße vo

Abb. 8. Schema der Betriebseinrichtung der Mahl- und Brechanlage.

)mm eine Sanderzeugung im Brecher von 18,3 vH erreicht wird, nd ein Korn über 50 mm in einer Menge von 7,3 vH abfällt. uch die Walzenmühlen sind von Fried. Krupp A.-G. geliefert it einer Leistungsfähigkeit von je 5 m³/h. Die Sandsilos sind ir Vorräte von insgesamt 370 m³ Sand, die Schottersilos für 20 m³ Schotter bemessen. Um jedoch darüber hinaus einen Vintervorrat gebrochenen Materials zu schaffen, ist die Schaling der Aggregate so gewählt, daß Vorrat in größerem Umng aus der Anlage gewonnen und ihr wieder zugeführt werden ann. Zu diesem Zweck sind die Sand- und Schottersilos mit bzapfstellen versehen, die auf ein Gleis abgeben, das in Verindung steht mit außerhalb des Gebäudes eingerichteten Lagerlätzen. Bei der Wiederverwendung für die Betonierung wird as Material mit einem unten an der Elevatorgrube vorbeilaufenen Gleis in diese hineingekippt. Sobald das Material die Eleatorgrube erreicht hat, wird es maschinell über die Siebtrommel inweg den Silos zugeführt. Die Lagerplätze können etwa 0 000 m³ Sand und Schotter aufnehmen.

Die Bindemittel werden an die Betonierungsstellen ebenfalls aschinell gebracht. Erschwerend kam hinzu, daß bei der chwarzenbach-Talsperre an Bindemitteln Zement, Kalk und Traß orkommen, und zwar in Mengen 1 : ½ : 1. Daher sind drei rten von Silos für die Bindemittel nötig. Die Bindemittelengen kommen vom Bahnhof über den Schrägaufzug vor das Bindemittelhaus und werden dort verschiedentlich behandelt; je achdem sie in Säcken ankommen, werden sie an einen besoneren Sackaufzug verfahren; soweit sie in pulverigem Zustande nkommen, wie beim Traß, werden sie in dem becherwerkartig usgebildeten Traßaufzug hochgeführt. Die Säcke werden am beren Auslauf des Sackaufzuges, der rd. 14 m über dem Einlauf egt, auf ein ununterbrochen laufendes Gummiband aufgebracht, as an den acht Öffnungen für die entsprechenden Zement- oder Kalksilos vorbeiläuft. Nur die Entleerung der Säcke vom Transortband in die Silos erfolgt mit der Hand. Die Säcke selbst ehen durch eine Sackklopfmaschine wieder zu ihrem Ausgangsunkt zurück. Der Traß wird vom Traßaufzug in kleine Kippagen an die Traßsiloöffnungen herangefahren und eingekippt. Entsprechend dem Bindemittel-Mengenverhältnis sind acht Zementilos zu 160 m³, drei Kalksilos zu 160 m³ und fünf Traßsilos u 160 m³ angeordnet. Die Silos sind mit kreuzweise vernagelten ohlen ohne Spundung und mit Blechfutter ausgeschlagen. Ihre infüllöffnung ist mit einem alle Fremdkörper zurückhaltenden ost abgedeckt. An der Abzapfstelle der Bindemittelsilos, die benfalls mit einem Schutzgitter gesichert ist, läuft eine Schnecke orbei, die das Material gleichmäßig an die Kopfseite des Hauses orbringt, wo die Bindemittel in selbsttätige Wagen gelangen, ergl. Abb. 8. Die Wagen werfen die im richtigen Gewichtverältnis geordneten Bindemittelmengen mit Hilfe von Schüttrinnen i einen Sammelbehälter. Von hier gelangen die Bindemittel it Hilfe einer Kettenhängebahn, die um das Haus herumläuft, i den Betonmischmaschinen, wo sie mit den Sand- und Schotterengen vereint in die Mischmaschinen fallen.

Die Mischmaschinen, Bauart Sonthofen, mit Rührwerk haben 1 m³ Trommelinhalt; es sind ebenfalls fünf Gruppen aufgestellt. Sie entleeren in ein Gleis, das die Aufstellung ganzer Betonzüge ermöglicht. Die Betonwagen werden mit endloser Kette zu der Abnahmestelle für die Kabelkrane bewegt. Falls diese Störungen aufweisen, können die Betonwagen auch auf einem besonderen Holzgerüst zu der Aushilfs-Gießrinneneinrichtung gebracht werden. Das Brecher- und Betonwerk ist in allen Teilen so eingerichtet, daß bei Störungen in einem Arbeitsvorgang die Silos die Aufrechterhaltung des Betriebes ermöglichen. Neben vollständiger Reserve in den Maschinensätzen sind von allen Maschinenteilen Ersatzstücke vorrätig. Es ist Vorsorge getroffen, daß selbst während der Zeit des Auswechselns einzelner Teile, wie z. B. der Kettenhängebahn, ein Notbetrieb mit Handkarren aufrecht erhalten bleibt. Es bleibt noch zu erwähnen, daß entsprechend der Wichtigkeit des Bauwerkes auch die Schutzeinrichtungen gegen Feuerzerstörung besonders sorgfältig ausgewählt sind. Neben ausreichenden Feuerlöscheinrichtungen und scharfen Bestimmungen über Rauchen und Umgang mit brennbaren Gegenständen, die dauernd überwacht werden, ist ein besonderer Feuerlöschdienst eingerichtet mit eingeschultem Personal, das auf ein Sirenenzeichen in kurzer Zeit mit neuzeitlichen Feuerlöschgeräten zur Stelle ist.

Es bleibt noch der Bodenaushub für die Gründungen der Mauer zu besprechen, da hier etwa 120 000 m³ Fels- und Bodenmassen zu fördern sind. Die tiefliegende, etwa 40 m breite Baugrube wurde in der Hauptsache mittels Löffelbagger von 2 m³ Inhalt ausgehoben. Damit in der Baugrube selbst weitgehende Entwicklung möglich war, ist an mehreren Stellen gleichzeitig gearbeitet worden, wobei teils ein 60 cm-Spur-Schrägaufzug mit Steilneigung Verwendung fand, teils eine Rampe mit so geringer Neigung, daß sich der Lokomotivbetrieb ohne Winde durchführen ließ. Der Aushub für die Hänge konnte nicht in derselben Weise betrieben werden, da der Bagger überhaupt nicht angesetzt werden konnte. Es wurde hier ein System der Abförderung der Massen gewählt, das sich sehr gut bewährt hat; der Hangaushub wurde in verschiedenen Stufen begonnen, und das Aushubmaterial durch seitwärts am Hang vorgestreckte Stichgleise abgekippt. Die Stufe war, so lange im Betrieb, bis sie von allein in die nächsthöhere überging. Dieses Hangaushubverfahren hat gegenüber der Verwendung von üblichen Schrägaufzügen parallel zur Baugrube den Vorteil, daß an vielen Stellen gleichzeitig gearbeitet werden kann und bei Störungen am Schrägaufzug nicht der ganze Baubetrieb eingestellt zu werden braucht.

Von den Nebenanlagen sind zum Schluß zu erwähnen die Einrichtung zur Verarbeitung des Holzes, das an Ort und Stelle gefällt und in einem an der Baustelle errichteten Sägewerk geschnitten wurde, die Einrichtung zur Erzeugung der flüssigen Luft als Sprengmittel, die Stromverteilungs- und Umformeranlagen usw., alles Einrichtungen, die den gemeinsamen Zweck verfolgen, sich möglichst unabhängig von außen zu machen. [A 320]

Ermittlung der Windgeschwindigkeit durch elektrische Meßverfahren.

Bereits vor längerer Zeit ist von Morris und Davis vorgeschlagen worden[1]), die Abkühlung eines dünnen Hitzdrahtes durch einen uftstrom zur Bestimmung der Windgeschwindigkeit zu benutzen. Die essung mit gleichbleibender Stromstärke, wobei das Spannungsgefälle oportional der Windgeschwindigkeit gesetzt wird, eignet sich jedoch ır für geringe Luftgeschwindigkeiten. Später wurde von King das erfahren des gleichbleibenden Widerstandes ausgebildet, das einen weit rößeren Bereich der Messung gestattet. Der Hitzdraht bildet hierbei nen Zweig einer Wheatstoneschen Brücke, dessen Widerstand durch as gleichbleibende Verhältnis der Normalwiderstände und anderen weige ausgeglichen wird. Bei diesem Verfahren ist die Änderung der romwärme bzw. Stromstärke ein Maß der Luftgeschwindigkeit; die 01 mm dicken Hitzdrähte bestehen aus Platin; sie sind in vom Luftrom innen gekühlte Röhren von 5 cm l. W. eingeschlossen.

Neuerdings hat Callendar das vorbeschriebene Kingsche Meßerfahren weiter ausgestaltet[2]), indem er neben der Meßbrücke noch nen besonderen Volt-Thermometer-Stromkreis verwendet, der mit einer lbstschreibenden Anzeigevorrichtung verbunden ist und eine höhere eßgenauigkeit, besonders bei hohen Windgeschwindigkeiten gestattet. er Spannungsabfall wird hier nicht unmittelbar an der Meßbrücke des Anemometers gemessen, sondern die Spannung im Voltmeterstromkreis, Abb. 1, wird proportional dem Stromwärmeverlust bzw. der Quadratwurzel aus der Windgeschwindigkeit gesetzt, so daß sich eine Beziehung zwischen der Windgeschwindigkeit und der Spannung entsprechend der Temperaturänderung ergibt. Der Meßbereich ist auf Spannungen bis zu 5 V bei 5 A geeicht, kann jedoch nach Belieben abgeändert werden.

Die Eichung erfolgte durch unmittelbare Messung der Luftströmung in 50 mm-Pitotröhren, bei verschiedenen Drahtschaltungen und bestimmten Einströmungsquerschnitten und Luftgeschwindigkeiten zwischen 0,6 und 25 m/s. Es wurden je nach der Luftgeschwindigkeit zwei Skalenteilungen benutzt, für die sich eine Meßgenauigkeit von 1 bzw. $^1/_3$ vH bei einfacher Drahtschaltung ergab. Bei Luftgeschwindigkeiten bis zu 60 m/s und 3 parallelgeschalteten Meßdrähten betrug der Meßfehler 1 vH gegen 2 vH bei dem Kingschen Widerstandverfahren und 7,5 vH bei Messung mit 50 mm-Pitotröhren und zeigte bei größeren Luftmengen noch günstigere Werte (0,4 vH). [R 216] Rb.

Abb. 1. Schaltungsschema einer Hitzdraht-Windmeßanlage nach Callendar.

[1]) Vergl. Z. Bd. 57 (1913) S. 158.
[2]) „Engineering" Bd. 117 (1924) S. 136.

RUNDSCHAU.

Aus dem Ausland.

Verbrennungskraftmaschinen.

Zweitakt-Dieselmaschine der Bethlehem Steel Co.

Wie lebhaft man gegenwärtig gerade in Amerika und England mit der Entwicklung der Großdieselmaschine beschäftigt ist, zeigt am besten die große Zahl der Neukonstruktionen, über die in letzter Zeit aus diesen Ländern berichtet wird. Diese Maschinen haben, soweit sie ohne Mitwirkung oder Lizenz der alten festländischen Dieselfirmen entstanden sind, stets eine besondere Note, die Zeugnis gibt von der Vielheit der Wege, auf denen man dem Ziele zustrebt. So wird neuerdings über eine Zweitaktmaschine mit Ventilspülung der Bethlehem Steel Co. berichtet[1]), an der verschiedene Einzelheiten beachtenswert sind.

Der Aufbau des Arbeitszylinders, Abb. 1 und 2, ist dadurch gekennzeichnet, daß alle wärmebeanspruchten Teile möglichst symmetrisch, d. h. als Rotationskörper ausgeführt sind, damit ungleiche Wärmedehnung und Wärmerisse vermieden werden. Dieser Grundsatz führt zur Anwendung eines einzigen Spülventils *b*, Abb. 2, das an Stelle des Deckels in der oben eingezogenen Zylinderbüchse eingesetzt ist. Es ist als Ringventil ausgebildet und trägt in der Mitte das wassergekühlte Brennstoffventil *a* mit einer Vorrichtung zur Regelung des Nadelhubes. Im äußeren Ventilgehäuse sind zwei Anlaßventile und ein Sicherheitsventil untergebracht. Der Ausbau der Kolben kann infolge der Einziehung der Zylinderbüchse natürlich nur nach unten erfolgen.

Je zwei Arbeitszylinder sind mit ihrem oberen Ende in gemeinsame Kastenträger eingesetzt; diese sind mit Hilfe von A-Trägern auf der Grundplatte befestigt, wobei die Zugkräfte in bekannter Weise durch starke schmiedeiserne Anker aufgenommen werden. Indem die Kurbeln je zweier zusammengebauter Zylinder um 180° versetzt sind, entstehen selbständige Zylindergruppen, woraus man durch Aneinanderreihen Vier-, Sechs- oder Achtzylinder-Maschinen bilden kann. Da so alle Kurbelwelleneinheiten gleich sind, genügt es bei Schiffsmaschinen, nur ein einziges Kurbelwellenstück als Ersatz mitzuführen.

[1]) Power, Bd. 59, März 1924 S. 406; Motorship New York März 1924 S. 198 u.

Abb. 1 und 2. Aufbau des Arbeitszylinders einer Zweitakt-Dieselmaschine der Bethlehem Steel Co.

Eigenartig ist ferner der Anbau der Spülluftpumpen seitlich an der Maschine, die durch Lenker von der Haupttreibstange aus angetrieben werden. Der Grund ist, die Maschinenlänge möglichst kurz zu halten, was bei Schiffsmaschinen Bedeutung hat. Die Kolben der Spülluftpumpe sind aus Aluminiumguß angefertigt und sollen sich gut bewährt haben. Der dreistufige Hauptkompressor ist am vorderen Ende der Maschine angeordnet und wird von der Kurbelwelle aus unmittelbar angetrieben.

Die erwähnte zentrale Anordnung eines einzigen Spülventils hat wohl eine gute Spülwirkung zur Folge, wenn auch unterhalb des Ventils ein verhältnismäßig großer Spülschatten entsteht. Gleichzeitig werden durch den Spülluftstrom die heißen Zylinderwände des Verbrennungsraumes gekühlt. Ob anderseits die Spülquerschnitte so bemessen werden können, daß sich der Spüldruck in den bei neuzeitlichen Schlitzspülmaschinen erreichbaren niedrigen Grenzen hält, geht aus den mitgeteilten Versuchsergebnissen nicht hervor. Der Brennstoffverbrauch, der 195 bis 208 g/PSh und der mechanische Wirkungsgrad, der 70,4 vH betragen soll, lassen vermuten, daß die Spülpumpenarbeit verhältnismäßig hoch ist.

Abb. 2. Zylinderkopf mit Spül- und Brennstoffventil

Die Maschine, die sich bisher in zwei Sechszylindereinheiten im praktischen Betrieb bewährt haben soll, stellt jedenfalls eine beachtenswerte Bauart der Ventilspülmaschine dar. Ob jedoch angesichts der auf die doppeltwirkende Zweitaktmaschine hindrängenden Entwicklung die Ventilspülmaschine dieser Bauart ihren Platz behaupten kann, muß die Erfahrung der nächsten Jahre zeigen. [R 298]

Schiffs- und Seewesen.

Die Anwendung der Lichtbogenschweißung im Schiffbau.

Die Lichtbogenschweißung im Schiffbau ist in den letzten Jahren in ausländischen Zeitschriften verhältnismäßig wenig behandelt worden. Einen längeren Bericht über die mit geschweißten Schiffen gemachten Betriebserfahrungen hat E. H. Ewertz[2]) in der Zeitschrift „Marine Engineering and Shipping Age" veröffentlicht.

Unter den Schiffen, bei denen die Lichtbogenschweißung ganz oder teilweise angewendet wurde, ist an erster Stelle der im Jahre 1915 in Ohio gebaute Schlepper „Dorothy M. Geary" von 12,80 m Länge, 3,35 m Breite und 1,98 m Raumtiefe erwähnt, dessen Außenhaut vollkommen geschweißt wurde und bei dem nur die Spanten mit der Außenhaut vernietet wurden. Das Fahrzeug soll die ganzen Jahre hindurch dauernd, auch bei schwerem Eisgange, gefahren sein, ohne daß die Schweißungen irgendeine Schwäche gezeigt hätten. Als besonders bezeichnend für die Haltbarkeit der Schweißung wird noch angeführt, daß der Schlepper einmal zwischen zwei Schiffe geraten sei, die die Seitengänge der Außenhaut etwa 450 mm eingedrückt hätten. Aber weder hierdurch noch durch das Wiederherausdrücken der Seiten mit Druckwasserpressen seien die Schweißnähte gebrochen.

[2]) „Marine Engineering and Shipping Age" Bd. 28 (1923) S. 420 u. f.

An zweiter Stelle wird ein vollkommen geschweißter Leichter von 200 t Tragfähigkeit angeführt, der auf Bestellung der Britischen Admiralität 1918 ausgeführt wurde. Auch dieses Fahrzeug hat bisher allen Anforderungen genügt, obgleich diese besonders während des Krieges infolge seiner Verwendung für den Transport von Kriegsmaterial über den Kanal nicht gering gewesen sind. Vor kurzem wurde das Fahrzeug zum ersten Male überholt und dabei in gutem, seetüchtigem Zustande gefunden. Das Fahrzeug bleibt bei voller Ladung dicht, eine Eigenschaft, die wohl kaum bei einem genieteten Fahrzeug zu erreichen ist.

Bei einem bedeutend größeren Leichter von 1200 t Tragfähigkeit, der als Öltankschiff gebaut ist, wurde die Schweißung nur teilweise angewendet, und zwar mittschiffs auf etwa 18 m Länge, während der übrige Schiffskörper genietet wurde. Auf diese Weise wollte man zu einem Vergleich der Nietung und Schweißung in bezug auf Betriebfähigkeit und Kosten in der Herstellung kommen. Leider wird über das Ergebnis des Kostenvergleiches in dem Aufsatz nicht berichtet. Das Fahrzeug hat sich ebenfalls bis heute im Betriebe als einwandfrei gezeigt.

1920 wurde in England mit dem Bau des vollkommen geschweißten Motorschiffs „Fullagar" von 500 t Tragfähigkeit begonnen. Die Schweißungen wurden nach Vorschriften von Lloyds Register ausgeführt. Es hat sich in der Fahrt auch bei schwerem Wetter gut bewährt. Eine Einbeulung der Außenhaut infolge Zusammenstoßes hatte keinen Bruch der Schweißung zur Folge. Besonders bemerkenswert ist, daß der erste in das Schiff eingebaute Motor, der für die Größe des Schiffes viel zu schwer war, trotzdem nicht die bei Schiffen dieser Größe gewohnten Schwingungen im Schiff hervorrief, was wohl auch der starren Verbindung des Maschinenfundaments mit dem Schiffskörper durch Schweißung zuzuschreiben ist.

Abb. 3 bis 8. Hauptspant eines mittels elektrischen Lichtbogens geschweißten Schiffes.

In demselben Jahre wurden in Schweden und in Frankreich je ein Schlepper von ungefähr gleicher Größe (16 m Länge, 4,12 m Breite und 2,13 m Raumtiefe) und in Amerika ein Motorschnellboot von 17,67 m Länge gebaut. Bei allen Fahrzeugen wurde die Lichtbogenschweißung ausschließlich angewendet. Bei dem letztgenannten waren nach zehn Monaten Fahrtzeit an der atlantischen Küste keine Ausbesserungen notwendig. Zu beachten ist hierbei, daß das Boot die bei 35 Kn Geschwindigkeit auf See auftretenden Beanspruchungen glatt überstanden hat.

Auch aus Japan wird über verschiedene Anwendungen der Lichtbogenschweißung berichtet. In Nagasaki wurde ein Fischdampfer zu einem Ölleichter umgebaut, wobei nach Ausbau des Holzdecks, der Schotte und Schächte, der Maschinen- und Kesselanlage und der dazu gehörenden Fundamente sechs neue öldichte Schotte und ein eisernes Deck eingebaut wurden. Hierbei wurde die Lichtbogenschweißung für die öldichte Verbindung der Beplattung und die Befestigung der sonstigen Konstruktionsteile mit Erfolg angewandt. Für ein Trockendock wurde der Verschlußponton durch weitestgehende Anwendung der Lichtbogenschweißung hergestellt und in Kobe ein Kranponton gebaut, dessen Teile auf elektrischem Wege zusammengeschweißt wurden.

Nicht unerwähnt läßt Ewertz die Erfolge, die die Amerikaner bei der Wiederherstellung der Maschinenanlagen der deutschen Dampfer, die bei der Kriegserklärung Amerikas an Deutschland von den Besatzungen durch Sprengungen beschädigt worden waren, mit der Lichtbogenschweißung erzielten. Es war aber hauptsächlich nur infolge der günstigen Art der Beschädigungen möglich, die Schiffe wieder in Betrieb zu setzen.

Von den Vorschlägen über die Verwendung der Lichtbogenschweißung für den Bau von Frachtschiffen sei folgendes erwähnt: Für den Bau eines 9600 t-Frachtschiffes wird vorgeschlagen, Abschnitte von 1,82 m Länge im ganzen Schiffsquerschnitt mit Ausnahme des Kiel-, Kimm- und Scherganges und des Deckstringers, die wie bisher längsschiff durchlaufend angeordnet werden sollen, durch Schweißverbindungen in der Werkstatt herzustellen, sie auf fahrbaren, mit Kranen versehenen Gerüsten zur Helling zu befördern, um sie dort aneinanderzusetzen und zu verschweißen.

Ein andrer Entwurf eines Frachtdampfers von etwa 4000 t Tragfähigkeit stammt von Isherwood; hier ist die Lichtbogenschweißung in Verbindung mit der Längsspantenbauart angewandt. Schließlich wird noch der Entwurf eines Leichters von 320 t Verdrängung beschrieben, der sich auf die beim Bau des Leichters für Kanalfahrt gemachten Erfahrungen aufbaut.

Abb. 9 bis 11. Schottenkonstruktion für geschweißte Nähte und Stöße.

In den letzten drei Jahren scheint die Lichtbogenschweißung bei der Herstellung von Schiffskörpern in größerem Umfange nicht verwendet worden zu sein. Dies ist um so auffallender, als sich in keinem Fall gezeigt hat, daß die Lichtbogenschweißung als Verbindungsmittel den Anforderungen im Schiffsbetrieb nicht genügt hätte. Es müssen also mit der Anwendung der Schweißung keine derartigen wirtschaftlichen Erfolge verbunden gewesen sein, daß sie zu einer umfangreicheren Verwendung im Schiffbau ermuntert haben, zumal in einer Zeit, in der sich die Schiffahrt und der Schiffbau in allen Ländern in einer schlechten wirtschaftlichen Lage befanden.

Der geringe wirtschaftliche Erfolg mag einesteils in den hohen Herstellungskosten der Schweißungen gelegen haben, die durch Mangel an Erfahrung bei der Ausführung der Schweißarbeiten und durch Mangel an einer genügenden Zahl wirklich tüchtiger Schweißer verursacht worden sind. Diese Leute können bei der kurzen Zeit der Entwicklung der elektrischen Schweißung nicht zu Gebote stehen, zumal die sehr umfangreichen schiffbaulichen Schweißarbeiten eine große Anzahl erfordern. Anderseits gewinnt man aber aus den Abbildungen (Konstruktionszeichnungen) der ausgeführten Schiffe den Eindruck, daß bei der Konstruktion nicht berücksichtigt ist, daß die Lichtbogenschweißung ein Verbindungsmittel andrer Art ist wie die Nietung. Diese bedarf zu ihrer Ausführung ein Überdecken der zu verbindenden Konstruktionsteile oder besondere Befestigungsflanschen, weshalb sich Konstruktionsteile besonderer Form entwickelt haben, wie die bisher im Schiffbau üblichen Profileisen der Versteifungen usw. Bei der Schweißung genügt ein Aneinanderstoßen der Teile, so daß damit eine große Baustoffersparnis gegenüber der Vernietung verbunden ist. Es müssen also für

die Anwendung der Lichtbogenschweißung neue Konstruktionsgrundsätze zur Geltung kommen, die aber bei den ausgeführten Bauten nicht oder nur in ganz unzureichendem Umfange zu finden sind. Bei ihnen ist nur an Stelle von Nietung die Schweißung gesetzt unter Beibehaltung der Überlappungen der Nähte und Stöße und der Winkelprofile als Versteifungen, die in keiner Weise gerechtfertigt sind; denn wie durch Versuche und praktische Erfahrung festgestellt ist, bietet der stumpfe Stoß größere Haltbarkeit gegen jede Beanspruchung, als die überlappte Naht und ist überdies leichter auszuführen. Auch für die Heftung und das Anziehen der Baustoffe ist die Beibehaltung der Befestigungslappen und Flanschen nicht erforderlich, da die Schweißung die Anwendungsmöglichkeit billiger und zweckentsprechender Hilfsmittel bietet.

Die angeführten Bauvorschläge zeigen ebenfalls keine oder nur geringe Abweichungen von den bisherigen Bauweisen. Nur die zum Schluß von Ewertz selbst aufgestellte Bauart eines elektrisch geschweißten Schiffes bringt einen ganz neuen Gedanken des Schiffsaufbaues. Wie Abb. 3 bis 11 zeigen, will er die Außenhaut einschließlich der Längsspanten dadurch herstellen, daß er die Außenhautplatten an beiden Längskanten flanscht und mit diesen Flanschen aneinandersetzt. Die Verbindung erfolgt durch Auftragen von Schweißmaterial in die durch die beiden Flanschenrundungen gebildete Nut und durch Verschweißung der innen aneinanderliegenden Blechkanten. An sich ist der Gedanke, Wandungen herzustellen, indem man die erforderlichen Versteifungen durch Flanschung der einen Blechkante herstellt, nicht neu, denn man hat auf diese Art schon genietete Schotte gebaut. Ob der vorliegende Gedanke in der Praxis Aufnahme finden wird, ist wohl zu bezweifeln, da durch das erforderliche scharfe Flanschen der Bleche der Baustoff überbeansprucht wird, so daß er schon beim Flanschen reißt oder aber die Flanschung sehr schwache Stellen an dem Übergang der Verbindung beider Bleche hinterläßt. Geschieht das Flanschen aber in größerer Rundung, so ist sehr viel Schweißgut aufzutragen, und höhere Kosten sind die Folge. Im übrigen würden sich durch diese Bauart nur eckige Schiffsformen erzielen lassen, und die Anwendungsmöglichkeit wäre dadurch beschränkt.

Es steht nun fest, daß die Lichtbogenschweißung an sich einen bedeutenden technischen Fortschritt gegenüber der Nietung darstellt, da mit einem erheblich geringeren Aufwand an Arbeit und sachlichen Mitteln mindestens die gleiche Leistung erzielt werden kann. In Kopfschweißung, also in wagerechter Ebene, läßt sich die Schweißung mit gutem Erfolg ohne große Schwierigkeiten ausführen. Im Schiffbau gilt es daher, möglichst große Teile in dieser Lage herzustellen. Große Schwierigkeiten bietet in dieser Hinsicht die Außenhaut infolge der üblichen Schiffskörperform.

Diese Schwierigkeiten sind in dem in dieser Zeitschrift schon beschriebenen Verfahren vermieden worden[1]). Bei größeren Schiffen als dem 14 m langen Probeschiff müßte man in entsprechender Weise vorgehen, um zu einem praktischen und wirtschaftlichen Erfolg zu gelangen. [R 425]

Hamburg. Dipl.-Ing. W. Strelow.

Bauingenieurwesen.

Der Bau großer Brücken in Vergangenheit und Zukunft.

An der Spitze einer Reihe von Rückblicken über die Entwicklung des Bauingenieurwesens, die hervorragende amerikanische Ingenieure für die Jubiläumsausgabe zum 50jährigen Bestehen der Zeitschrift „Engineering News-Record" beigesteuert haben, äußert sich der bekannte Brückenbauingenieur Gustav Lindenthal, von dem auch die neueren Entwürfe der Hell-Gate-Brücke und der Hudson-Brücke in New York stammen, über die Fortschritte des Brückenbaues in den verschiedenen Ländern während der letzten 50 Jahre und seine Zukunftsaussichten.

Der Brückenbau als Kunst ist so alt wie der Häuserbau, als Wissenschaft erst kaum mehr als 100 Jahre. Der theoretische Teil hat sich in den letzten 50 Jahren in umfassender Weise entwickelt. Große Fortschritte sind auch in der Behandlung der Einzelheiten und Verbindungen, sowie in der Prüfung und Kenntnis der Brückenbaustoffe gemacht worden.

Holz wird für Brücken mit der unabwendbaren Verwüstung unserer Wälder außer für kleine oder zeitweilige Bauarten kaum noch verwendet. Vor 50 Jahren und mehr waren hölzerne Howe-Träger bis zu rd. 60 m Spannweite und hohe hölzerne Bockkonstruktionen vorherrschend. Jetzt sind die langen Hölzer für diese so knapp und teuer geworden, daß Howe-Trägerbrücken viel teurer als Eisen- oder Betonbrücken sind. Diese Baustoffe bilden heute die Regel. Legierter Stahl ist im Brückenbau entgegen den ersten Erwartungen außer für einige Teile bei großen Spannweiten wenig in Gebrauch gekommen. Theoretische und technologische Fortschritte im Brückenbau haben viel zur Sicherheit und Wirtschaftlichkeit beigetragen.

Von der ältesten Form der steinernen Bögen war die letzte und größte die Eisenbahnbrücke von 86 m Spannweite über den Isonzo in Istrien aus dem Jahre 1905. Sie wurde 1916 im Kriege zerstört.

Der größte Einfluß auf die Entwicklung des Brückenbaues in neuerer Zeit ging von den Eisenbahnen aus. Da die meisten Länder jetzt ihre Eisenbahnen ziemlich ausgebaut haben, beginnt die Zahl der neu zu bauenden Eisenbahnbrücken zu fallen. Dagegen werden Straßenbrücken in größerer Zahl als je gebaut, wodurch man den Erfordernissen des verbesserten Verkehrs mit Motorfahrzeugen Rechnung tragen will.

1873 befand sich auf der Wiener Ausstellung ein Modell der Ohio-Brücke in Louisville mit gußeisernen Druckgliedern, der größten und letzten ihrer Art. Um diese Zeit wurde ein lebhafter Streit geführt zwischen den Vertretern der genieteten Konstruktionen in Europa und denen der speziell amerikanischen Bolzenverbindungen, Winkler-Berlin und Steiner-Prag einerseits, Bender, Clarke u. a. anderseits. Später kam die Streitfrage über statisch bestimmte und statisch unbestimmte (auf den elastischen Eigenschaften des Eisens beruhende) Bauweise.

Die letzten 50 Jahre zeigen den Übergang von Holz und Gußeisen zu Schmiedeisen, Stahl und Beton als den Hauptbaustoffen für größere Spannweiten. Zwei große Brückenbauten, die vor 50 Jahren in Ausführung waren, kennzeichnen den Zeitabschnitt: die große Hängebrücke von Brooklyn, die die Zeit der hohen massiven Mauerwerktürme beschloß, und die Stahlbogenbrücke in St. Louis, die die Stahlbauzeit für Brücken einleitete. Beide Entwürfe zeigen den Wunsch nach würdiger Formgebung im Gegensatz zu häßlicher Zweckmäßigkeit.

Lindenthal zeigt dann an einer ganzen Reihe großer Brücken die Entwicklung des Brückenbaues in den einzelnen Ländern in konstruktiver und ästhetischer Hinsicht. Von amerikanischen Brücken führt er an die Buffalo-Trace-Brücke aus Holz (1889), die Auslegerbrücke über den Tyrone in Kentucky (1890), die Washingtonbrücke über den Harlemfluß in New York (Steinbogen), die Brooklyn- und die kleine Manhattan-Brücke, die Eado-Brücke (1874), die Tunkhannock-Überführung der Lackawanna-Eisenbahn, eines der größten Betonbauwerke der Welt. Die Brücke über den North River (Entwurf 1888), die Lethbridge-South-Pacific (1923), ferner die Quebec-Brücke (Auslegerbrücke) sowie die 5 Brücken über den East-River (3 Kabelhänge-, eine Ausleger- und eine Bogenbrücke (Hell-Gate). Die letzteren sind die schwersten und weitestgespannten Brücken der letzten 50 Jahre. Von ihnen wurde die Hell-Gate-Brücke, die 4 Eisenbahngleise mit Steinbettung trägt, für die schwerste bekannte lebende Last — 4 Reihen von schweren Lokomotiven auf 2 Trägern — bemessen. Eine weitgespannte Drahtkabelstraßenbrücke wird z. Zt. über den Delaware in Philadelphia gebaut mit den bisher schwersten Stahlkabeln. Andre weitgespannte Hängebrücken sind geplant, eine in Detroit, eine zweite in Nagasaki. Die Sydneybrücke von 500 m Spannweite[2]) ist von der Form der Hell-Gate-Brücke, aber nur für die halbe lebende Last. Die schwerste und größte Brücke von allen ist die für den Hudson in New York geplante Hängebrücke von 932 m Spannweite für eine breite Straße und mehrere Gleise.

In Europa hat man in den letzten 30 Jahren Anstrengungen gemacht, architektonisch gefällige Brückenbauten zu schaffen. Rhein und Elbe werden von zahlreichen schönen Bauwerken überbrückt; so sind hervorzuheben die stattlichen Bogenbrücken von Koblenz und Mainz, die mit Türmen ausgestatteten Brücken in Straßburg und Köln.

Mehrere Bogenträger und Auslegerbrücken zeigen geschmackvolle architektonische Behandlung. Bemerkenswerte Versuche zur Erzielung ästhetischer Bauwerke bilden eine Hänge- und eine Auslegerbrücke über die Donau bei Budapest, die jedoch keinen Vergleich aushalten mit der alten Kettenbrücke von 1846 mit ihren schöngeformten steinernen Türmen. Von größeren Hängebrücken ist in Europa nur eine, die 1916 vollendete Kölner Rheinbrücke, zu nennen. Der Versuch, etwas Gefälliges zu schaffen, erscheint nicht ganz gelungen. Die Towerbrücke in London, eine eigenartige Verbindung von Hänge- und Klappbrücke, ist eine der wenigen mit steinernen Türmen in den letzten 30 Jahren. Der Stein ist nur Verblendung, trotzdem geben die Türme dem Bauwerk einen monumentalen Charakter im Einklang mit seinem historischen Hintergrund.

Daß Eisen und Stahl kein kaltes, ausdruckloses Material in der Hand geschickter Architekten ist, beweist der Eiffelturm in Paris. Ein anderes Bauwerk von Eiffel, typisch für französische Feinheit, ist die Garabit-Eisenbahnbrücke, ein kühner Stahlbogen über eine tiefe Schlucht, der über Fachwerktürme fortlaufende Fachwerkträger unterstützt. Wie bei den meisten französischen Brückenentwürfen für größere Spannweiten, Zierlichkeit der Form und der Einzelheiten charakteristisch ist, so in England eine gewisse Schwere der Form und das Streben, die Kräfte mehr auf wenige kräftige Glieder zu häufen. Das ist schon bei den alten Brückenbauten, wie der Britannia- und der Saltash-Brücke, zu erkennen, erscheint aber auch bei den Brücken der letzten 50 Jahre, wie Forthbrücke, Indusbrücke in Succur u. a. Unter den großen hervorragenden und kühnen Brücken ist die Firth-of-Forth-Brücke, noch die längste und breiteste Stahlbrücke, bemerkenswert. Sie drückt brutale Kraft und Stärke in voller Harmonie mit dem Gedanken einer genieteten Auslegerbrücke aus. Sie wurde nach Gesichtspunkten der Herstellung und Aufstellung gebaut, die mehr im Schiffbau als im Brückenbau heimisch sind. Aus wirtschaftlichen Gründen sollte sie ebensowenig wie die Brücken in Brooklyn und St. Louis nicht wiederholt werden.

Eine sehr wichtige Entwicklung im Brückenbau während der letzten 40 Jahre bildete die Anwendung von Eisenbeton. Er hat dem Brückenbauingenieur für viele Fälle einen Baustoff in die Hand gegeben, der hinsichtlich der Dauerhaftigkeit, der Kosten der Unterhaltung und der architektonischen Erscheinung dem Stahl überlegen ist. Zunächst nur vereinzelt für kleinere Spannweiten angewandt, kann diese Bauart jetzt zur Ausführung von Spannweiten über 182 m und hohen Überführungen dienen. Die Brückenbaukunst hat mit dem Eisenbeton viel gewonnen.

Über die Brückeneinstürze urteilt Lindenthal wie folgt: Beim Einsturz der Brücke über den Firth-of-Tay, wo der belastete Teil der Brücke mit einem ganzen Personenzug unter großen Verlusten an Menschenleben während eines Sturmes im Dezember 1879 abstürzte, wurde die Heftigkeit des Windes beschuldigt, tatsächlich waren es Fehler im Entwurf der gußeisernen Brückenpfeiler und der Windverstrebung. Im Winter 1876 stürzte die Ashtabula-Eisenbahnbrücke in Ohio während eines schweren Schneesturmes ein mit großem Menschenlebenverlust. Die Gründe waren fehlerhafter Entwurf und mangelhafte Unterhaltung. Der

[1]) s. Z. Bd. 66 (1922) S. 1048 und Bd. 67 (1923) S. 321.

[2]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 674.

größte Brückeneinsturz war der der noch unvollendeten Brücke in Quebec 1907 unter ihrem eigenen Gewicht an einem hellen Tage ohne nennenswerten Wind, wobei 35 Menschenleben verloren gingen. Die wahre Ursache war nicht fehlerhafter Baustoff, sondern fehlerhafter Entwurf und Unkenntnis der wirklichen Spannungen einer Form von Stahlstäben. Solche Brückenunfälle geben uns Ingenieuren eine gewisse Lehre. Oft macht sich der Druck der Kostenverminderung geltend, der von Laien ausgeht, die die finanzielle Seite für wichtiger erachten als die Sicherheit. Demgegenüber hat der Ingenieur die Pflicht, die Verantwortung für das Werk abzulehnen.

Der Fortschritt im Brückenbau während der letzten 50 Jahre zeigt sich am besten bei den amerikanischen Eisenbahnen. Sie sind für Schaden verantwortlich und haben allen Grund, die bestentworfenen Brücken zu besitzen. Die amerikanischen Eisenbahnbrücken der letzten 25 Jahre werden in keinem Lande an Güte des Baustoffes und der Arbeit übertroffen.

Die vorstehende Darstellung des Brückenbaues in den einzelnen Ländern während der letzten 50 Jahre mag im großen und ganzen zutreffen. Dem deutschen Brückenbau ist man jedoch zweifellos nicht ganz gerecht worden. Nicht erwähnt worden sind u. a. die neuen, während des Krieges erbauten Rheinbrücken sowie die Brücken über den Kaiser-Wilhelm-Kanal, die sich durchaus sehen lassen können in der Welt und wenn von Fortschritten im Brückenbau die Rede ist, nicht wohl übergangen werden dürfen[1]).

Lindenthal fragt nun weiter: Was können wir von dem nächsten Halbjahrhundert und der Zukunft erwarten? Seine Antwort malt die Entwicklung in ziemlich dunklen Farben. Wahrscheinlich wird der Gipfelpunkt des Baues großer Brücken wegen der Steigerung der Eisen- und Kohlenpreise, die sich in den letzten 10 Jahren mehr als verdoppelt haben, innerhalb der nächsten 50 oder 100 Jahre erreicht werden.

Die Eisenerzlager werden lange vor den Kohlenlagern erschöpft sein. Die Ausdehnung beider in allen Ländern ist jetzt ziemlich gut bestimmt. Die Gewinnung von Eisen in großen Massen wird sich vermindern und in steigendem Maße kostspielig werden. Es gibt kein andres Metall von derselben Ausnutzbarkeit und Widerstandfähigkeit für weitgespannte Brücken. Mit der Erschöpfung der Kohlenlager wird auch die Erzeugung von Portlandzement, die ebenfalls Kohlen erfordert, aufhören. Steinbrücken werden dann wieder die einzige praktisch verbleibende Bauart sein, wie in den Tagen vor Anwendung von Eisen und Beton. Der Brückenbau wird in der Nachwelt in gewissem Sinne ein sichereres Anzeichen für den Fortschritt unserer gegenwärtigen Zivilisation sein, als Häuser, Tempel oder Kirchen uns aus der Vergangenheit erscheinen, weil das Sparen von Eisen, sobald es kostspieliger wird, wahrscheinlich bei Brücken- und Baukonstruktionen vor andern Bauarten anfangen wird.

Von den großen Energiequellen in der Natur: Kohle, Wasserkraft, Wind, Gezeiten, Sonnenwärme usw. kann keine ohne große Mengen von Eisen für die Werkzeuge, Maschinen und Kraftanlagen, die zur Umwandlung dieser Energien in Kraft für den menschlichen Gebrauch nötig sind, benutzt werden, sie sind alle nötiger als eiserne Brücken, die dann Luxusbauten darstellen. Sicherlich würden sie als solche den bewaffneten Knechten vor nun 1000 Jahren erschienen sein, als eine Eisenrüstung nahezu die Hälfte ihres Gewichtes in Silber wert war. Eisenbrücken, Eisenschiffe und Eisenbahnen werden dann Seltenheiten sein. Der gewaltige Eisenverbrauch wird zu einem Ende gekommen sein. In einem Zeitraum, der viel kürzer ist als der von Tuth-ankh-amen bis zur Gegenwart, werden Stahlbrücken wahrscheinlich durch Rost und Vernachlässigung von der Erde verschwunden sein. Eisen ist besonders in nördlichen Klimaten ein gefährlicherer Baustoff als Stein, aus dem die Pyramiden der griechischen Tempel und die wundervollen römischen Bogenaquädukte erbaut sind. Steinbauwerke können wieder erbaut werden, aber nicht Eisenbrücken. Der schöpferische Genius der Menschheit, der jetzt in diesem ruhmreichen Zeitalter des Eisens zu höchsten Leistungen in jedem Zweige der technischen Wissenschaft aufsteigt, wird einer entfernteren Nachwelt wenige dauerhafte Eisendenkmäler hinterlassen. Unter ihnen sollten sicherlich, wenn möglich, große Eisenbrücken sein, die geschaffen werden könnten, um mehrere 1000 Jahre zu dauern, wenn sie in Ländern mit dauerhafter hoher Zivilisation gehörig gepflegt würden. [M 406] Bu.

Neuer Brückenbauplan für San Francisco.

Der Entwurf der geplanten Golden-Gate-Brücke an der Einfahrt in die Bucht von San Francisco sieht eine vereinigte Ausleger- und Hängebrückenkonstruktion von 1220 m Spannweite vor, die durch Pfeiler nahe am Ufer in 15,25 m Wassertiefe unterstützt wird. Die Gesamtlänge der Brücke einschließlich der Zufahrtsbrücken soll 2040 m betragen. Die Türme würden 306,5 m Höhe, die beiden Hauptkabel rd. 76 cm Dmr. erhalten. Die Gesamtbreite der Brücke soll 24,4 m mit rd. 15,2 m Fahrdammbreite betragen. Das Gewicht der Stahlkonstruktion würde 80 000 t betragen, dazu kommt das Gewicht der Kabel mit 6000 t. Für die Zufahrt von der Nordseite wird ein Tunnel vorgeschlagen. („Engg. News-Record" Bd. 92 (1924) Nr. 22.) [M 509] Bu.

[1]) s. Dr. Ing. eh. Schaper, Entwicklung des Eisenbrückenbaues in Deutschland VDI-Nachrichten 4. Jahrg. Nr. 9.

Abb. 12 und 13. Längsschnitt und Grundriß durch das Schützenwehr des Hell-Gate-Dammes.

Wiederherstellung der Hell-Gate-Wehranlage in den Vereinigten Staaten von Amerika[2]).

Im Oberwasserbecken des Hell-Gate-Wehres der Missoula Light and Water Co. in den Vereinigten Staaten von Nordamerika hatte die Versandung bis 1919 eine solche Ausdehnung angenommen, daß die Höchstleistung der Wasserkraftanlage mehr und mehr beeinträchtigt wurde. Als man 1919 versuchte, durch aus dem in gleicher Höhe liegenden Fluß eingelassenes Wasser den Schlamm zu entfernen, wurde das Wehr unterwaschen. Die Wasserkraftanlage liegt am Zusammenflusse des Hell-Gate- und des Blackfootflusses und erzeugt elektrische Energie für die 193 km stromaufwärts gelegenen Butte-Kupferbergwerke und die Anaconda-Kupferbergwerks-Gesellschaft. Das neue Wehr wurde anstelle des 84 m langen alten, aus Holz hergestellten Wehres in Eisenbetonbauweise ausgeführt. Neben dem Krafthause wurden 4 Schützen, je 2,75 m breit und 4,28 m hoch, angeordnet. Sie nehmen 16,3 m der Wehrlänge ein. Bei normalem Wasserstande von rd. 9,5 m führten die Schützenöffnungen 370 m³/s Wasser ab, bei 12,5 m Wasserstand war die gesamte Abflußmenge 800 m³/s, während der Verbrauch des ersten Ausbaues der Kraftanlage nur 45,5 m³/s betrug. Abb. 12 und 13 zeigen die Ausführung des neuen Schützenwehres.

Durch die Lage des Kraftwerkes war die Errichtung eines ziemlich umfangreichen Dammes für den Unterwassergraben erforderlich. Dieser war als Kofferdamm, der mit Stein und Felsmaterial ausgefüllt war, errichtet und mußte während seines 15jährigen Bestandes oft ausgebessert werden.

Der neue Damm erhielt 49,5 m Länge. Die Sohlenbreite beträgt 2,44 m, die Kronenbreite 1,53 m und die Höhe 9,16 m. Die Unterkante der Fundamentsohle liegt 5,18 m unter Niedrigwasser. In Abständen von 10,1 m sind Ausdehnungsfugen vorhanden. Zum Schutze gegen Temperaturspannungen, hauptsächlich aber zum Schutze gegen schwimmende Baumstämme, sind Walzträger eingebaut. Zur Sicherung der Sohle dienen Eisenbetonpfähle von 254 mm Dmr. und 2,45 bis 4,25 m Länge in Abständen von 1,85 bis 2,45 m an der Flußseite.

Das neue Wehr wurde in 3 Abschnitten unter Verwendung eiserner Senkkasten erbaut. Die Eisenbetonpfähle wurden zum Teil mittels Dampframmen eingetrieben, oder es wurden Löcher in den Fels gebohrt; in diese wurden eiserne Röhren von 340 mm Dmr. eingebracht, die mit Beton gefüllt wurden. Außer einer Pumpe mit liegender Welle für 75 PS wurde noch eine mit stehender Welle für 50 PS für die Wasserhaltung bei den Bauarbeiten aufgestellt. Die Bauarbeiten wurden 1919 begonnen und 1923 beendet.

Berlin-Tempelhof. [R 370] Dipl.-Ing. Wilhelm Knopp.

[2]) „Engineering News-Record" Bd. 91 (1923) S. 1055.

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. 7, Abteilung Sortiment, bezogen werden. Es empfiehlt sich, bei der Bestellung stets den Verleger anzugeben.

Das Energiewirtschaftsproblem in Bayern. Eine technisch-wirtschaftlich-statistische Studie von Dr.-Ing. Otto Streck. Berlin 1923. Julius Springer. 108 S. mit 23 Abb. Preis geb. Gm. 4,40.

Ausgehend von dem Kohlenproblem, der Frage des Ausbaues der bayerischen Wasserkräfte und der Schaffung einer bayerischen Großschiffahrtsstraße, den drei akuten Fragen innerhalb der bayerischen Wirtschaft, setzt sich die Untersuchung zum Ziel, zu ermitteln, wieviel Mill. kWh in der Form von Wasserkraftstrom in den heutigen bayerischen Gewerbebetrieben neben der bis jetzt verbrauchten elektrischen Energie noch untergebracht werden können, wenn Kohle durch Wasserkraft ersetzt wird, welche Kohlenersparnis sich daraus ergibt und weiter wieviel Mill. kWh für das Lichtbedürfnis und den landwirtschaftlichen Kraftbedarf angesetzt werden können. Die Schrift ist eine fleißige Studienarbeit, sie birgt bei starker Anlehnung an Äußerungen maßgebender Persönlichkeiten, die der Verfasser nennt, eine Fülle von weitübergreifenden und geschickt dargestellten zahlenmäßigen Unterlagen, ist flüssig geschrieben und bietet vornehmlich Studierenden eine willkommene Einführung in wirtschaftliche Zusammenhänge. Auch dem Fachmanne wird der Verfasser, wenn auch weniger grundsätzlich Neues, so doch manche wertvolle Einzelheit in übersichtlicher Darstellung vermitteln, so daß auch in Fachkreisen diese Schrift freundliche Aufnahme zu finden verdient. [B 441] Schae.

Das Entwerfen von graphischen Rechentafeln (Nomographie). Von Prof. Dr.-Ing. P. Werkmeister. Berlin 1923, Julius Springer. 194 S. mit 164 Abb. Preis Gm. 9, geb. Gm. 10.

Die von d'Ocagne in eine Lehre zusammengefaßten Gesetze und Verfahren zur Herstellung der graphischen Rechentafeln sind leider den weiteren Kreisen der Ingenieure unbekannt. Diese Lücke füllt das obengenannte sehr lesenswerte Werk einigermaßen aus.

Der Verfasser schlägt neue Bezeichnungen: „Tafeln mit Kurven- bzw. mit Punktenskalen" vor, welche den bereits eingeführten: „Netz- bzw. Fluchtentafeln" in Einfachheit und Richtigkeit nachstehen. Obwohl er damit die Bedeutung der Skalen ganz berechtigt hervorhebt, fehlt dennoch dem Buche die übliche Einführung mit eingehender Besprechung der Skalen, ihrer Entstehung, Umwandlung usw. In drei Hauptabschnitten werden die Gleichungen von zwei, drei und mehr Veränderlichen behandelt; jeder Hauptabschnitt hat zwei voneinander unabhängige Teile — für Netz- und für Fluchtentafeln. Der dritte Hauptabschnitt enthält außerdem einen besonderen Teil über die kombinierte Netz-Fluchtentafel. Streng analytisch werden die allgemeinen Gleichungen, die den gewählten einfacheren Tafelformen (mit Gerade, Kreis, Zwei- und Dreistrahl, als Elemente) entsprechen, abgeleitet, und der Gang der Beweisführung für weitere Analyse angebahnt. Am Schluß der Hauptabschnitte I und II ist ein Vergleich zwischen den Netz- und Fluchtentafeln angegeben; er fehlt dagegen für Gleichungen von mehr als drei Veränderlichen. Hier treten aber die praktischen Vorzüge der Fluchtentafeln entschieden hervor, und es wird klar, warum z. B. den Fluchtentafeln der größte Teil der Nomographie gewidmet ist, warum die Fluchtentafeln sehr häufig und nicht unberechtigt als „Nomogramme" bezeichnet werden (bzw. Netztafeln als Diagramme) usw.

Für eine theoretische Abhandlung sind die vom Verfasser beigefügten einfachen Beispiele und die vereinfachten Abbildungen vollkommen ausreichend. Ob damit aber dem Leser ein richtiges Bild über die Bedeutung, den Bereich und umfangreiche Möglichkeiten der Nomographie und der Fluchtentafelkunst insbesondere gegeben wird, ist zu bezweifeln: der ausübende Ingenieur wird in dem Buche die für ihn wichtigen Anweisungen, wie man praktisch eine brauchbare Fluchtentafel entwirft, auf welche Weise die Mannigfaltigkeit der Skalen, die gegenseitige Anordnung, Abstände und Form der Skalenträger ausgenutzt werden können, kaum finden.

Für die Leser, die die theoretischen Grundlagen der Nomographie studieren wollen, ist das Buch bestens zu empfehlen.

[B 283] M. Seiliger.

Die neueren Methoden der Festigkeitslehre. Von H. Müller-Breslau. 5. Aufl. Leipzig 1924, Kröner. 484 S. m. 321 Abb. im Text. Preis Gm. 12, geb. Gm. 14.

Vorträge aus dem Gebiete der **Hydro- und Aerodynamik.** Herausgegeben von Th. v. Kármán und T. Levi-Civita. Berlin 1924, Julius Springer. 251 S. m. 98 Abb. Preis Gm. 13, geb. Gm. 14.

Lehrbuch der Elektrotechnik. Von Esselborn. Bearbeitet von K. Fischer, K. Hohage, C. W. Meyer. I. u. II. Bd. 2. bis 7. Aufl. Leipzig 1922, Engelmann. Bd. I 754 S. m. 924 Abb. Preis Gm. 16, geb. Gm. 19,5. Bd. II 826 S. m. 1900 Abb. Preis Gm. 21, geb. Gm. 24,5.

Holzbrücken aus Rundträgern. Von L. Hauska und T. Miura. 20 S. Wien 1924, C. Gerold's Sohn.

Eisenbeton-Tabellen. Von Ing. Ciril Juvan. Ljubljana 1924, Kom. Verl. Kleinmayr & Fed, Bamberg. 56 S. Aufgabensamml. 52 S.

Die Tafeln gestatten die Berechnung der Rippen- und Rechteckbalken, Platten für jede Spannung, jede Breite, jede Plattenstärke wie auch für jedes beliebige Verhältnis des Elastizitätskoeffizienten des Eisens zu jenem des Betons.

C. Kersten: **Der Eisenhochbau.** Ein Leitfaden für Schule und Praxis. 3. neubearbeitete Aufl. 287 S. m. 880 Abb. Berlin 1924, W. Ernst & Sohn. Preis Gm. 14,4, L. geb. Gm. 15,60.

Die Theorie der modernen optischen Instrumente. Ein Hilfs- und Übungsbuch für Studierende und Konstrukteure optischer Werkstätten, sowie für Ingenieure im Dienste des Heeres und der Marine von Dr. A. Gleichen. 2. Aufl. Stuttgart 1923, Enke. 388 S. m. 289 Abb. Preis geh. Gm. 13,80.

Berichte des Versuchsfeldes für Werkzeugmaschinen an der Technischen Hochschule Berlin. Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. G. Schlesinger. Heft VI: **Forschung und Werkstatt II** Ersatzstoffe („Kriegsnachklänge"). 1. Untersuchung von Ersatzriemen. Von G. Schlesinger und M. Kurrein. 2. Untersuchung von Bohrölen. Von G. Schlesinger und E. Simon. 3. Kupferarme Zinklegierungen für die Lagerungen der Werkzeugmaschinen, Einfluß der Gießart und der Schmierung. Von G. Schlesinger und M. Kurrein. Berlin 1924, Julius Springer. 31 S. Preis Gm. 2,40.

Die Wissenschaft Bd. 12. **Axiomatik der relativistischen Raum-Zeit-Lehre.** Von H. Reichenbach. Braunschweig 1924, Friedr. Vieweg & Sohn. 156 S. Preis Gm. 6, geb. Gm. 7,5.

Das antike Seewesen. Von A. Köster. Berlin 1923, Schoetz & Parrhysius. 254 S. m. 104 Abb. Preis geb. Gm. 13.

Rosendorff: Goldbilanzierungsgesetz. Systematische Darstellung der Verordnung über Goldbilanzen vom 28. 12. 1923 und der Durchführungsverordnung vom 5. 2. und vom 28. 3. 1924. 2. neubearb. Auflage. Berlin 1924, Industrieverlag Spaeth & Linde. 73 S. Preis Gm. 6,20.

Handbuch des Geld-, Bank- u. Börsenwesens Bd. 1: **Das Geldwesen.** Von Dr. O. Stillich. 4. Aufl. Leipzig 1924, Gloeckner. 184 S. Preis Gm. 5.—.

Hamburger Kaufmannsbücher. Bd. 10. A. Goll: **Die Statistik** im Zusammenhang mit der Gesamtorganisation. 248 S. Preis Gm. 3. Bd. 11. Ph. Allfeld: **Gewerblicher Rechtsschutz.** I. Musterschutz, Erfindungsschutz (Patentrecht). 214 S. Preis Gm. 3,5. Bd. 13. H. Voelcker: **Grundriß der allgemeinen Wirtschaftskunde.** Einführung in das Wirtschaftsleben der Gegenwart. 1. Teil. 264 S. Preis Gm. 5. Hamburg 1924, Hanseatische Verlagsanstalt.

Enzyklopädie der Rechts- und Staatswissenschaften, Abt. Rechtswissenschaft, Bd 12: **Handels- und Wechselrecht.** Von K. Heinsheimer. Berlin 1924, Julius Springer. 92 S. Preis Gm. 3,60.

Allgemeine Geldlehre. Von Ernst Wagemann. Bd. 1: Theorie des Geldwerts und der Währung. Berlin 1923, Hans Robert Engelmann. XIII, 367 S. Preis Gm. 9.

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

NR. 29 SONNABEND, 19. JULI 1924 BD. 68

INHALT:

Fortschritte der Metallbearbeitungstechnik

unter Berücksichtigung der Leipziger Frühjahrsmesse.

Von Dr.-Ing. Buxbaum, Charlottenburg.

An der Hand der Frühjahrsschau in Leipzig wird eine Übersicht über die wichtigsten Neuerungen der deutschen Metallbearbeitungstechnik und der Werkzeugmaschinen- und Werkzeug-Industrie gegeben.

Die geschlossene Beteiligung des Vereins deutscher Werkzeugmaschinenfabriken an der Leipziger Messe reicht nunmehr 5 Jahre zurück. Man muß sagen, daß sich die an diesen wichtigen Schritt geknüpften Erwartungen erfüllt haben. Vor allem erwartete man eine Förderung der Güte der Erzeugnisse, und man kann heute mit dem Geschäftsführer des Vereins deutscher Werkzeugmaschinenfabriken feststellen, daß die Aussteller bestrebt sind, bei der Messe durch Neukonstruktionen aufzufallen und das Bestehende zu verbessern. Anreiz hierzu bietet der Umstand, daß die Leipziger Messe nach dem Kriege größere Bedeutung als vorher erlangt hat, da die Teilnahme an ausländischen Ausstellungen bisher unmöglich war und in Zukunft mindestens schwierig sein wird. Vorläufig ist wohl der Zeitpunkt für internationale Ausstellungen noch nicht wieder gekommen, vielleicht ist die Zeit für Universal-Ausstellungen überhaupt vorüber, und auch internationale Fachausstellungen, die ihrem Namen wirklich Ehre machen, dürften nur schwer genügende Beteiligung und Rentabilität erlangen.

Die jährliche Frühjahrsmesse in Leipzig gibt den Verbrauchern eine Gelegenheit, sich mit den Fortschritten der Metallbearbeitung bekannt zu machen, die besser nicht gedacht werden kann. Die Messe gehört heute bereits zum Bildungsrüstzeug des Fabrikleiters, dem Zeitschriften, Vorträge, Besuche fremder Werkstätten nicht mehr genügen, um seiner eigenen Werkstatt frisches Blut zuzuführen. Vielleicht wird die Messe als Bildungsseminar noch nicht so weit verstanden, wie sie es verdient, da manche Fabrik Einkäufer und nicht Werkstattleute zur Messe entsendet. Es kommt nicht nur darauf an, daß die Betriebsleiter alle Neuerungen persönlich sehen, sondern auch darauf, daß ihnen von Zeit zu Zeit eine Gesamtübersicht über den ganzen Markt gegeben wird und sie ihre Werkstätten-Hilfsmittel mit dem vergleichen können, was an Besserem zu haben ist; denn alle organisatorischen Behelfe bleiben Flickwerk, wenn die Bearbeitung nicht auf der Höhe steht. Mir scheint, daß Henry Fords Worte: „Die Europäer verbessern dauernd ihre Fabrikate — ich verbessere ständig meine Fabrikation" mehr als der ganze übrige Inhalt seines Buches unseren Fertigungsleuten zu denken geben müßte.

Der Umfang der Ausstellung am Völkerschlachtdenkmal, d. h. der technischen Messe sowie der Werkzeugmaschinenmesse ist seit Bestehen der letzteren außerordentlich gewachsen. 1920 bedeckte die Ausstellung am Völkerschlachtdenkmal 6000 m², 1922 waren es 35 000 und in diesem Jahr 50 000 m². Die Werkzeugmaschinen nahmen im letzten Jahr 8000, in diesem Jahr 9800 m² ein. Für das nächste Jahr sind bereits 14 000 m² so gut wie belegt.

Die Betonhalle *a* in Abb. 1, die von der Bugra 1914 her noch steht und den größten Teil der Werkzeugmaschinen aufnahm, genügt ihrem Zweck nicht mehr und wird im nächsten Jahr durch einen großen Neubau (*b* in Abb. 1, ferner Abb. 2 und 3) ersetzt werden, der bei 173 m Länge und 82 m Gesamtbreite über 16 400 m² bebaute Fläche und 21 000 m² Ausstellungsplätze bergen wird. Hoffentlich wird diese Halle übersichtlicher sein als die bisherige Betonhalle mit ihren zahlreichen unter dem Druck der ständig wachsenden Beteiligung angeflickten Ergänzungsflügeln.

Der Neubau erhält drei der Länge nach durchgehende Gleise und drei Krane, so daß die Maschinen eingefahren und bequem auf die Stände gehoben werden können. Außer diesen Hallen, die nur für die Mitglieder des VDWF bestimmt sind, werden in der eingeschossigen Halle 11, die früher noch zum großen Teil von Ausrüstungen aller Art, besonders für den Kraftfahrzeugbau, belegt war, die dem Verein nicht angehörigen Firmen untergebracht; sie war schon diesmal fast ganz mit kleinen Werkzeugmaschinen, Werkzeugen und Werkstättenbedarf gefüllt.

Der Verein zählte in diesem Jahre 260 Aussteller (wobei zu beachten ist, daß etwa 15 vH der Aussteller zu wechseln pflegen, d. h. von Jahr zu Jahr ausscheiden, weil sie nichts Neues zu zeigen haben, während andere neu einspringen) gegenüber 230 im Vorjahre. Im ganzen sind in Fachgruppe 1 des Vereins (Werkzeugmaschinen und Werkzeuge für Metall-, Holz- und Steinbearbeitung) etwa 800 Firmen zusammengeschlossen. Auf der Messe fehlten nur wenige Firmen von großem Ruf.

Die Besucherzahl der Werkzeugmaschinenmesse überstieg 100 000 beträchtlich. Wie viele Ausländer unter den Besuchern waren, läßt sich nicht schätzen. Der geschäftliche Erfolg der Werkzeugmaschinenmesse war trotz der Geldknappheit groß, während bekanntlich weite Kreise der Mustermesse mit den Abschlüssen nicht zufrieden waren.

Vom nächsten Jahr ab tritt die Werkzeugmaschinenschau-G. m. b. H. als Pächterin der technischen Messe A.-G. in Halle 9 in großem Rahmen vor die Öffentlichkeit; hierbei soll nicht nur auf unmittelbare Geschäftstätigkeit, sondern auch auf die Förderung des technischen Fortschritts in rein fachlicher Hinsicht Wert gelegt werden. Die Halle 9 wird Sitzungssäle, kleine Konferenzzimmer und Erholungsstätten verschiedener Art erhalten, so daß Aussprachen in großem und kleinem Rahmen stattfinden können und den großen technischen Vereinen Gelegenheit gegeben wird, Hauptversammlungen oder Sonderkongresse auf die Tage zu legen, wo die meisten deutschen Fabrikations-Ingenieure in Leipzig anwesend sind. Nichts ist bildender, als wenn sich Angehörige der gleichen Firma oder aus früherer Tätigkeit her bekannte Fachgenossen abends an einer der Technik geweihten Stätte versammeln und sich über das Geschaute aus-

sprechen dürfen. Ein Besuchstag nach einer solchen Aussprache dürfte besonders fruchtbar sein.

Zählt man die Aussteller normaler Maschinengattungen zusammen, so ergeben sich:

36 Aussteller von Bohrmaschinen (Senkrecht-, Radial-, mehrspindlige, tragbare und Sonderbohrmaschinen),
42 „ „ Drehbänken (Fußtritt-, Mechaniker-, Zug- und Leitspindel-, Plan-, Hinter- und Sonderdrehbänke),
23 „ „ Revolverbänken und Karussells,
18 „ „ Automaten,
31 „ „ Fräsmaschinen (Wagerecht-, Universal-, Senkrecht-, Lang-, Gewinde-, Nuten- und Sonderfräsmaschinen),
10 „ „ Hobelmaschinen,
15 „ „ Wagerechtstoßmaschinen,
40 „ „ Schleifmaschinen (Rund-, Innen-, Flach-, Werkzeug-, Hand-, Polier- und Sonderschleifmaschinen).

Die konstruktiven Einzelheiten zeigen, daß ein lebendiger Zug in die Gestaltung unserer Werkzeugmaschinen gekommen ist, die Zeit der Abschnürung und des Fehlens ausländischer Wettbewerber als Schrittmacher und Anreger ist ohne schwere Folgen geblieben. Vermißt man auch noch manche zweckmäßige Konstruktion, so sieht man doch andererseits vieles Gute gleich in mehreren Spielarten. Manches Gute liegt weniger im Konstruktiven als in der Werkstattausführung, als solche aber gleichfalls anerkennenswert, wenn auch in den Messeberichten nicht ausdrücklich erwähnt. Der elektrische Einzelantrieb ist gewaltig vorangeschritten, nicht bloß der Regelmotor für den Hauptantrieb hat an Boden gewonnen, auch der Einbau des Motors in den Spindelkasten in gleicher Achse mit der Arbeitsspindel findet sich bis zur Holzbearbeitungsmaschine herab. Auch die weniger ungewöhnliche Bauart, der seitlich angeflanschte Motor, hat seinen Weg gefunden; er gibt der Maschine ein besseres Äußere, läßt sich leichter gegen die Einscheibe auswechseln und spart an Bodenfläche; der wagerecht angeflanschte Motor findet sich an Drehbänken, Wagerecht-Bohrwerken (Wetzel), Revolverbänken (Hasse & Wrede und Gebr. Heinemann), Zahnradbearbeitungsmaschinen, Senkrechtstoßmaschinen (Rich. Hartmann, F. X. Honer) usw. Den senkrecht angeflanschten Motor sah man außer an Ständer- und Radialbohrmaschinen (Raboma) auch an Senkrechtfräsmaschinen (Müller & Montag); im übrigen benutzt man Motorantrieb bei Berliner Schraubenbänken, Scheren, Schmiedehämmern mit beachtenswerter Verbesserung der Antriebsweise. Außer dem Gleichstromregelmotor sah man auch mehrfach den Drehstrommotor mit Polumschaltung, Umsteuerbarkeit und Regelung im Verhältnis von 1:2 mit zwei Geschwindigkeiten, aber verhältnismäßig schlechtem Leistungsfaktor.

Abb. 1. Grundplan der technischen Messe.

Abb. 2. Neubau der Maschinenhalle (Halle 9).

Sehr bemerkenswert ist, daß der Regelmotor diesmal nich[t] weniger als drei Wettbewerber in Gestalt von Preßölgetriebe[n] erhalten hat, nachdem im Vorjahre zum erstenmal die Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik mit einem derartigen Getrieb[e] hervorgetreten war. Man muß annehmen, daß sich diese Getriebe als genügend betriebsicher erwiesen haben; ihr Regelbereich geht außerordentlich weit, und die Regelung ist weic[h] und einfach, aber es ist doch bei einem Vergleich der Flüssigkeitsgetriebe mit Regelmotoren zu bedenken, daß erstere nur ei[n] Getriebe, letztere aber außer einem solchen noch einen Moto[r] darstellen. Die Verluste durch Energieumformung sind doppelt[,] da mechanische oder elektrische Energie zunächst in Flüssigkeitsdruck, dann dieser wieder in mechanische Energie umgewandelt wird. Der Wirkungsgrad ist für jede Übersetzung ei[n] andrer; der von den Firmen angegebene versteht sich wohl für di[e] besten Verhältnisse. Je größer die Übersetzung, um so schlechte[r] dürfte der Wirkungsgrad sein. Wie hoch der Schlupf ist, wir[d] nicht angegeben.

Maschinen für Dreharbeiten.

Drehbänke.

Die aus früheren Veröffentlichungen bekannte Bank vo[n] Gebrüder Böhringer, Göppingen, mit dem auf di[e] Spindel aufgesetzten Regelmotor[1]) hat an der Räderplatte ei[n] Handrad zur Regelung der Schnittgeschwindigkeiten erhalten. Ein[e] neue Leitspindeldrehbank, Abb. 4, hat ferner hinten angeflanschten Antriebs-Drehstrommotor mit Polumschaltung, Regelbarkeit der Drehzahl 1 : 2, Umsteuerung und fünf Antriebsmöglichkeiten:

1. Drehstrom-Flanschmotor mit gleichbleibender Drehzahl,
2. Drehstrom-Flanschmotor, regelbar und umsteuerbar,
3. Gleichstrom-Flanschmotor mit gleichbleibender Drehzahl und umsteuerbar,
4. Gleichstrom-Flanschmotor, regelbar und umsteuerbar,
5. Einscheiben-Antrieb mit Reibwendegetriebe im Spindelstock

[1]) Z. Bd. 66 (1922) S. 287

Abb. 3. Neubau der Maschinenhalle nach dem Stand vom Februar 1924.

Abb. 4. Böhringer Leitspindeldrehbank mit Flanschmotor (Teilansicht von links vorn).

Auch bei dieser Maschine führt man alle Steuerbewegungen, ie Regelung der Schnittgeschwindigkeit usw., vom Support-landrad aus. Dieses Handrad sitzt links, was zweckmäßiger nd in Amerika eingeführt ist, während deutsche Bänke es meist echts tragen, wo es dem Arbeiter im Wege steht.

Das Titania-Werk, A.-G., Rudolstadt, ist mit einer uten Leitspindeldrehbank für den Werkzeugbau hervorgetreten, iner Maschinenart, woran wir bisher keinen Überfluß hatten. rnst Krause & Co., Berlin, haben Mechanikerdrehbank, räsmaschine und Shapingmaschine zu einer Universal-Werk-eugmaschine vereinigt. Solche Kombinationsmaschinen tauchen eit Jahrzehnten immer wieder in Patenten und auf dem Markt uf. Die vorliegende ist wohl insbesondere für kleine Fabri-anten (z. B. von Radioteilen), Ausbesserwerkstätten und Schulen ntstanden, es fragt sich aber, ob man hier nicht etwas weit ge-angen ist. Die Raumersparnis ist gewiß ein Gewinn, aber am reis wird nicht viel gespart; die an den einzelnen Arbeitstischen eschäftigten Leute stören sich gegenseitig leicht usw. Gewöhn-ch nutzt die sich erweiternde Werkstatt solche Kombinations-aschinen nur nach einer Richtung aus, während sie jede Sonder-earbeitung auf einer besonderen Maschine vornimmt. Beling Lübke, Berlin, gehen nicht ganz so weit, sie haben ihre be-ährte kleine Mechanikerdrehbank mit einem Frässupport am pindelstockende versehen. Auch die Magdeburger Werk-eugmaschinenfabrik A.-G., Magdeburg, hat eine kom-nierte Maschine geschaffen, die unmittelbar mit dem Dreh-ipport hobelt, wobei das Werkstück auf einen besonderen Hobel-sch hinter dem eigentlichen Bett gespannt wird.

I. E. Reinecker, A.-G., Chemnitz-Gablenz, bauen eine eitspindeldrehbank mit schmalen Prismen für die Führung es Supportschlittens auf dem Bett, für den Plansupport und den bersupport. Leitspindel und Zahnstangenantrieb liegen un-ittelbar unter der Bettschmalführung, so daß kein Ecken zu be-irchten ist. Die Führungen dieser Drehbank sind durchweg eschliffen, nicht geschabt. Der Fortfall dieser Handarbeit, d. h. e Mechanisierung in der Metallbearbeitung, macht Fortschritte. uerst haben die Wanderer-Werke das Schleifen von Führungs-rismen im großen Maßstabe durchgeführt.

Die neu durchkonstruierte Leitspindeldrehbank von Ludw. oewe & Co. A.-G., Berlin, hat durch eine Einstell- und Aus-seeinrichtung für die Längs- und Planbewegung des Supports, bb. 5, der Verwendung von Endmaßen in der Werkstatt den eg weiterhin geebnet. Eine Schneckenwelle wird von der Zug-indel aus über ein Rädervorgelege angetrieben, und das zu-hörige Schneckenrad wirkt als Mutter, sobald ein Längs-hlag des Supports gegen ein eingelegtes Endmaß stößt. Da-irch schraubt sich das Gehäuse der Fallschnecke heraus und gleitet so lange mit einer Klinke über die dazugehörige Gegen-klinke, bis diese ausgelöst wird und das Gehäuse der Fall-schnecke herunterkippt. Die Auslösung soll eine Genauigkeit von 0,01 mm erreichen können; es wäre somit möglich, auch bei Genauigkeitsarbeiten mit Selbstgang zu drehen und einen Arbeiter mehrere Maschinen gleichzeitig bedienen zu lassen.

Drehbänke mit Preßölgetrieben.

Das Lauf-Thoma-Getriebe der Magdeburger Werkzeug-maschinenfabrik hat sein Anwendungsgebiet erweitert. Es ist ein Kolbenpumpengetriebe, bei dem die Drehzahl durch Hub-verstellung mittels zweier Handräder, das heißt durch Änderung der Fördermenge, geregelt wird. Das Getriebe soll nicht nur für Werkzeugmaschinen, sondern auch für Lokomotiven, Hebe-zeuge, Textil- und Papiermaschinen benutzt werden können. Die Verstellung des Kolbenhubes erfolgt dadurch, daß die Laufbahn von Treibrollen an den Enden der Kolben exzentrisch gegen den Zylinderblock verschoben wird. Der Mittelzapfen, um den sich der Zylinderblock dreht, hat mehrere Bohrungen, durch die das Öl zu- und abfließt. Während sich die Kolben nach außen be-wegen (Saughub), ist die Hälfte der Zapfenbohrungen mit den Zylindern verbunden, im Totpunkt werden diese durch Steuer-stege von den Ölzuleitungen abgesperrt, und bei der Bewegung der Kolben nach innen zu wird das Öl durch andere Steuer-öffnungen und Bohrungen in die Förderleitung geführt, von wo es dem Motor zufließt. Da alle Laufteile zylindrisch und alle arbeitenden Flächen durch das Drucköl geschmiert sind, so scheinen auch bei Dauerbetrieb Öldichtheit und geringer Ver-schleiß gesichert. Der Schlupf des Getriebes (= Abfall der Übersetzung) soll nur wenige vH betragen und geringer als der eines gewöhnlichen Drehstrommotors sein; der Wirkungsgrad soll dem der besten Rädergetriebe gleich kommen. Ventile, Stopfbüchsen, Schieber, Federn usw. (d. h. unzuverlässige Teile) sind vermieden. Das Getriebe wird in sieben Größen gebaut; die kleinste leistet bei 250 Uml./min 1,5, bei 700 Uml./min 3,5 PS, die größte 17 und 51 PS. Der Drehzahlbereich bewegt sich zwischen 0 und 1500 Uml./min beim kleinsten und zwischen 0 und 1000 Uml./min beim größten Modell.

Ein anderes Flüssigkeitsgetriebe, Bauart „Sturm“, hat in Verbindung mit einer Drehbank die Firma Albert Roller, Stuttgart, ausgestellt. Auch hier sind Druckpumpe und Arbeits-pumpe gleichachsig im Spindelkasten angeordnet. Das Getriebe arbeitet mit Umlaufflügelpumpen (Kapselpumpen, Abb. 6), also mit tangentialer Ableitung des Flüssigkeitsdruckes, und ver-ändert zwecks Regelung der Drehzahl die wirksame Schaufel-fläche, wodurch sich Öldruck und Drehmoment ändern, derart, daß bei abnehmender Drehzahl das Drehmoment zunimmt und bei allen Übersetzungen das Produkt aus Drehzahl und Drehmoment unverändert bleibt; die Regelung bewirkt ein vom Öldruck ent-lasteter Rundschieber. Auch hier wird also nicht gedrosselt, weshalb der Wirkungsgrad gut ist; er soll bei Vollast 85 vH be-tragen. Die Schaufeln sind während ihrer radialen Verschiebung entlastet, so daß zur Steuerung schwache Federn genügen. Nach außen wird das Gehäuse durch Ringe aus gehärtetem

Abb. 5. Loewe-Drehbank mit genau auslösender Fallschnecke.

a schwenkbarer Stahlhalter mit 4 Stichelhäusern
b Anschlag für Feinstellung
c Antrieb von der Zugspindel
d Antrieb von Lang- und Planzug durch Schneckenrad
e Maschinenauslösung
f Handauslösung
g selbstauslösende Fallschnecke, punktiert.

Stahl abgedichtet; die Wellenaustrittstellen sind durch Bohrungen mit dem als Ölbehälter ausgebildeten Außengehäuse verbunden, so daß nicht der Betriebsdruck (etwa 10 at), sondern der einer Ölsäule von etwa 250 mm Höhe abzudichten ist. Treten Fremdkörper (Gußteilchen) mit dem Öl ein, so werden die Schaufeln abgehoben und dadurch vor Zerstörung geschützt. Der Kraftbedarf der Drehbank beträgt 2 PS. Bei Schrupparbeiten (unter 60 Uml./min) schaltet man ein Rädervorgelege ein und übersetzt von 1 auf 6,5. Das Übersetzungsverhältnis des Ölgetriebes beträgt bis 1 : 8; die Drehzahlen reichen von 8 bis 360 Uml./min. Das Getriebe kann auch zur Erzielung eines beschleunigten Rücklaufs dienen, ferner läßt sich bei Plandrehbänken und Abstechmaschinen die Steuerbewegung zwangläufig mit dem Vorschub kuppeln, so daß man gleichbleibende Schnittgeschwindigkeit erhält. Zweckentsprechend abgeändert wird das Getriebe auch für Fahrzeuge, Hebezeuge und Motorboote benutzt.

Ein Öldruckgetriebe, Bauart Dr. Kühn, stellt die Maschinenfabrik Turner A.-G., Frankfurt a. M., her. Hier ist die Druckpumpe von der Arbeitspumpe derart getrennt, daß die — gegebenenfalls nachträglich — in dem Spindelkasten eingebaute Arbeitspumpe durch eine Öldruckleitung von einer Zentralstelle aus oder von einer am Maschinenfuß angebauten besonderen Kraftpumpe aus gespeist werden kann. Das hat den Vorteil, daß Riemenantrieb überhaupt wegfällt, falls auch der Vorschub von der Hauptpumpe oder von einer besondern Arbeitspumpe angetrieben wird. Druck- und Arbeitspumpe sind Flügelkolbenpumpen, deren Arbeitsraum durch Veränderung des Abstandes der Zylinderachse von der Kolbenkörperachse geändert wird. Der Öldruck beträgt bis 10 at. Beim Einbau hat man lediglich den Kolbenkörper mit seiner Achse und das Zylindergehäuse zu lagern, was ohne Sonderwerkzeuge und ohne besonders geschulte Arbeiter ausführbar sein soll. Die Druckpumpen werden in acht Größen von 0,7 bis 7 PS hergestellt. Die Übersetzung des Motors beträgt 1 : 4. Die höchsten Drehzahlen betragen 1500 (bzw. 1320) Uml./min bei Größe 1, bis zu 480 (bzw. 420) Uml./min bei Größe 8.

Abb. 6. „Sturm"-Flüssigkeitsgetriebe.

Hinterdrehbänke.

Die Hubscheibe (*a*) der neuen Hinterdrehbank von Schüttoff, A.-G., Chemnitz, Abb. 7, ist nicht am Support, sondern am rechten Bettende hinten frei angebaut und arbeitet über eine Kulisse (*b*) auf den Support-Querschieber (*c*). Hierdurch konnte die Hubscheibe größer ausgeführt werden als sonst, und die Verstellung der Kulisse ermöglicht, mit der gleichen Hubscheibe verschieden tief (von 1 bis 15 mm) zu hinterdrehen. Die Hubscheibe ist eingekapselt und läuft in Öl. Der Support kann in jedem beliebigen Winkel bis zur axialen Richtung seitlich hinterdrehen.

Abb. 7. Aufsicht des Hinterdrehapparates von Schüttoff A.-G.

Sonderdrehbänke.

Bei der Stehbolzen-Dreh- und -Gewindeschneidmaschine vo[n] Collet & Engelhardt A.-G., Offenbach, Abb. 8, sitzen au[f] dem Bettschlitten der Maschine ein Support für mehrere Dreh[-] stahlhalter und ein Schneidkopf mit selbstöffnenden Gewinde[-] schneidbacken sowie Dreh- und Abstechstähle. Das vorder[e] Stück der Materialstange, das vom Abstechen des vorigen Bolzen[s] her mit einem vorstehenden Zentrierkegel versehen ist, wird i[n] der Hohlspitze des Reitstockes abgestützt und abgedreht, worau[f] der Schneidkopf mit der Hand angestellt und mittels der Lei[t-] spindel über die zu schneidenden Gewindeteile gezogen wird[;] zwischen den beiden Gewindeteilen stellt sich selbsttätige Eilbewe[-] gung ein. Kürzere Bolzen werden mit drei, dickere und länger[e] mit vier Stählen gleichzeitig bearbeitet. Die Arbeitsweise schein[t] genauer und leistungsfähiger als bei den üblichen Maschinen mi[t] Leitpatrone oder gewöhnlichen Schraubenschneidmaschinen z[u] sein. Die Drehzahl der Maschine ist sehr hoch, bis 750 Uml./mi[n] für Kupfer, so daß ein Stehbolzen in einer Minute fertiggestell[t] wird. Die Maschine kann auch einzelne Stücke zwischen de[n] Spitzen bearbeiten.

Abb. 8. Stehbolzen-Drehbank und -Gewindeschneidmaschine von Collet & Engelhardt A.-G.

Revolverdrehbänke

Eine neue Bauart des Revolverkopfes mit wagerechter ode[r] senkrechter Spindel stellt G. Kärger, A.-G., Berlin, her. Diese[r] Kopf hat verstellbare Rasten mit entsprechenden Stichelhäusern[,] die in beliebigen Lagen eingestellt werden können und die Ar[-] beitsweise in weiten Grenzen anpaßfähig gestalten. Zum wagerecht gelagerten Kopf gehören 8, zum senkrecht gelagerte[n] 6 Stichelhäuser. Diese Bänke sind besonders für die Optik un[d] Feinmechanik geeignet. Die Werkzeugmaschinenfabri[k] Pittler A.-G., Wahren-Leipzig, baut eine Revolverdrehbank mit 36 mm Spindelbohrung, die durch Spindelstockmotor ange[-] trieben wird. Geschwindigkeitswechsel und Umkehr der Dreh[-] richtung werden vom Stand des Arbeiters aus durch Drehun[g] einer eingeteilten Scheibe und durch Umlegen zweier Hebel an Vorgelegekasten bewirkt. Der Drehzahlbereich beträgt 27 bi[s] 500 Uml./min. Auch Hasse & Wrede, Berlin und Gebrü[-] der Heinemann, A.-G., St. Georgen, bauen Revolverdreh[-] bänke mit angeflanschtem Antriebsmotor.

Berliner Schraubenbänke.

Auch diese oft etwas gering geschätzten Maschinen behaup[-] ten nicht nur ihren Platz, sondern passen sich sogar dem elek[-] trischen Einzelantrieb an. Trotz der etwas altmodisch wirken[-] den Stangen- und Kettensteuerung läßt sich bei der Herstellung kleiner Reiben von Schrauben (10 bis 30 Stück etwa), keine Maschine so rasch einrichten wie die Berliner Schraubenbank und die Betätigung durch Fußhebel außer den Handhebeln er[-] möglicht, die Leerzeiten insbesondere beim Schalten der Dreh[-] zahlen und beim Umschalten der Drehrichtung erheblich zu ver[-] ringern. Außerdem ist der Angriff der Drehstähle an der i[n] einer Buchse laufenden Materialstange so zweckmäßig verlegt[,] daß nur kleine Biegungsmomente auftreten und daher mit große[n] Spantiefen gearbeitet werden kann. Dazu kommen die Möglich[-] keit der Bearbeitung zwischen Spitzen, die Einfachheit der Werk[-] zeuge usw.

Bei der Schrauben- und Fassondrehbank von G. Kärger, A.-G., Berlin, hat der Einscheibenantrieb mit Räderkasten den Vorteil, daß die drei Riemen für den Antrieb vom Deckenvorgelege durch einen einzigen Riemen ersetzt werden. Dadurch wird die Maschine übersichtlicher, das Umschalten der Drehstufen einfacher, Leerlaufscheiben und -Buchsen fallen weg, und man kann die Schnittgeschwindigkeiten in weiteren Grenzen regeln. Der Räderkasten wird durch die bekannten Fußhebel bedient.

Arno Rein, Berlin, baut außer einer Einscheibenbank eine Maschine mit Antrieb durch einen Gleichstrom-Regelmotor und mit Schaltwalzen-Wende-Regel-Anlasser für 8 Geschwindigkeiten mit einfachen Antriebscheiben auf der Arbeitspindel. Zu dieser Maschine liefert die Firma noch eine eigenartige Einrichtung zum Kalibrieren, Abb. 9, die ermöglicht, rohgewalztes Eisen auf der Schraubenbank zu verarbeiten, während man bisher nur blank gezogenes Rundeisen (wie auf Automaten) verwenden konnte. Ein Stahl dreht die Stange auf den gewünschten Durchmesser zuzüglich einer Bearbeitungszugabe von etwa ,05 mm vor, wobei Rollen als Gegenhalter dienen. Die o vorgedrehte Stange läuft beim Vorschub des Supports durch drei Kalibrierrollen, die sie glätten und ihre Führung übernehmen. Die Kalibriereinrichtung wird von dem

Abb. 9. Kalibrierapparat zur Schraubenbank von Arno Rein.

eigentlichen Arbeitssupport der Drehbank geschaltet und wird mit diesem gleichzeitig vorgeschoben. Wird eine neue Stange in die Maschine eingeschoben, so muß man diese etwa 50 mm über das Futter vorstehen lassen und ein Stück vordrehen- bis sie in den drei Rollen Führung erhalten hat. Es fragt sich nur, ob die Maschine in der Lage ist, außer dem Drehstahl noch die Kalibrier-Einrichtung durchzuziehen.

Automaten.

Der dreispindlige Schwenkapparat für die Werkzeuge des Automaten von Gebrüder Thiel, Ruhla, wird auf Wunsch mit einer Bohr- und zwei Gewindeschneideinrichtungen ausgerüstet, wobei man entweder beide Gewindeschneideinrichtungen für Außengewinde oder eine für Innen-, die andere für Außengewinde benutzen kann. Ludw. Loewe & Co., A.-G., Berlin, haben eine neue, schwere, vielseitige, aber nicht gerade billige selbsttätige Revolverbank mit 32 mm Durchlaß gebaut, die 3 Geschwindigkeiten im Spindelkasten hat: einen Arbeitsgang, einen Gewindeschneidgang und einen Eilgang von 800 Uml./min. Die 3 Gänge und der Materialvorschub haben Augenblicksschaltung. Die Schaltung der Arbeitsspindel, der Vorschub und das Spannen der Stange sowie das Schalten des Revolverkopfes sollen nur je eine Sekunde erfordern. Der vom Cleveland-Automaten übernommene Reibscheibenantrieb der Revolverkopfbewegungen ist auch bei dieser Maschine beibehalten. Die Handbewegung der Steuerwelle ist gegen die Maschinenbewegung in einfacher Weise verriegelt. Die Maschine ist auch als Halbautomat verwendbar.

Die Werkzeugmaschinenfabrik Pittler, A.-G., Leipzig-Wahren, liefert neue Revolver-Automaten mit 11 mm Materialdurchgang und Fasson-Automaten mit 6 mm Materialdurchgang; beide gut durchkonstruiert. Schuchardt & Schütte, Berlin, haben in ihren Halbautomaten, Bauart Monforts, kleinere Modelle hergestellt: Spindelbohrung 105 mm, größter Drehdurchmesser 250 mm. Die Maschinen sind universell, d. h. für Futter- und Stangenarbeiten verwendbar.

Der auf dem Acme-Typ beruhende Vierspindelautomat von A. H. Schütte, Köln, wird jetzt auch als halbselbsttätige Maschine gebaut. Wegen der großen Schlittenzahl scheint die Maschine bei nicht sperrigen Stücken bis zu 150 mm Dmr. in der Leistung unerreicht zu sein. Hasse & Wrede, Berlin, bauen ihren Halbautomaten — ähnlich wie auch Gildemeister — nach der Prenticeart, die besonders für sperrige Stücke und große Drehlängen vorteilhaft erscheint.

Abstechmaschinen.

Frommeyer, Schmidt & Bornemann, Magdeburg, wenden die um das Werkstück herumlaufenden Abstechstähle (Maffei) auf kleine Maschinengrößen an (Bornemann). Der Vorschub erfolgt mittels eines durch die Fliehkraft bewegten Gewichtes selbsttätig. Die Maschine schneidet Rundstäbe bis zu 50 mm Dmr. und Rohre bis zu 62 mm Dmr. Rundeisen von 50 mm Dmr. werden in 80 s abgestochen. Die Abstechfläche macht einen sauberen Eindruck.

Bohren.

Bei den Bohrmaschinen fehlen, wie immer wieder festgestellt wird, wirtschaftlich arbeitende Maschinen für wichtige Bohrdurchmesser-Bereiche. Im Maschinenbau kommen am häufigsten Löcher unter 18 mm Dmr. vor, im Apparatebau solche unter 5 mm Dmr. Für den Bereich von 3 bis 12 mm Dmr. gibt es elektrische Tischbohrmaschinen, Gefühls- und Präzisionsbohrmaschinen, die zwischen 600 und 3000 Uml./min machen. Über 3000 Uml./min, d. h. für Löcher bis zu 3 mm Dmr., fehlen geeignete Schnelläufer, die sehr wichtig sind, da der Bruch der kleinen Spiralbohrer durch übergroßen Handvorschub — eine Folge zu geringer Drehzahl — oft ins Maßlose geht. Ebenso ist eine Lücke zwischen 400 Uml./min (der oberen Grenze der Säulenbohrmaschinen) und 600 Uml./min (der unteren Grenze der Gefühlsbohrmaschinen) vorhanden. Amerikanische Modelle füllen diese Lücken aus; es wäre Zeit, daß deutsche Bohrmaschinen hier einträten.

Kleine Bohrmaschinen.

Die Maschinen-Herstellungs- und Vertriebsgesellschaft, Dresden, will die Feinfühligkeit beim Bohrervorschub dadurch vergrößern, daß die Fühlhebel nicht nach vorn, sondern seitlich heruntergedrückt werden; hierdurch wird außerdem das Gesichtsfeld bei der Beobachtung der Arbeit vergrößert. Die Bohrspindelhülse hat außer ihrer eigenen eine zweite parallele Rundführung, die mit der ersteren durch ein Joch gekuppelt ist. Der Antrieb der Bohrspindeln durch Schraubenräder muß erst noch seine Berechtigung gegenüber unmittelbarem Riemenantrieb bei sehr hohen Drehzahlen und dünnen Bohrern erweisen. Bei der Gefühlsbohrmaschine von Malik & Walkows, Berlin, schaltet man 2 von den üblichen 4 Geschwindigkeitsstufen mittels einer Kupplung auf der Bohrspindel um; die andern 2 Stufen werden, wie sonst, durch Umlegen des Riemens der Antriebspindel erhalten. Eine zwar nicht neue, aber wenig bekannte kleine Bohrmaschine mit Vorschubknopf für den Finger unmittelbar auf dem oberen Ende der Bohrspindel, d. h. mit einem Höchstmaß von Feinfühligkeit bei der Verwendung kleiner Bohrer, stellt G. Boley, Eßlingen, her. Diese Firma hat ihre Vielspindelbohrmaschine mit 13 Spindeln derart abgeändert, daß sich die Bohrspindel unten nicht in einer für den vorliegenden Zweck besonders gebohrten Platte, sondern, wie üblich, in radial und auf dem Umfang in Schlitzen einstellbaren Führungen bewegt; die 13 Spindeln können auch Gewindebohrer aufnehmen, so daß man 13 Gewinde von gleicher Steigung in einem Arbeitsgang schneiden kann; die Spindeln federn leicht axial, damit sich die Gewindebohrer selbsttätig einstellen. Beim Anheben des Tisches mit Hand- oder Fußhebel werden die Gewindebohrer auf Rechtsgang geschaltet; nachdem die Gewindebohrer das Arbeitsstück gefaßt haben, kann man den Tisch in die Arbeitstellung zurückführen. Ein Anschlag steuert die Spindeln auf Linkslauf um, worauf das fertige Arbeitsstück wieder auf den Tisch zurückfällt. Die Gelenkspindeln sind so lang, daß sie auch in der innern Lage nur kleine Ablenkungswinkel haben, also die Kugelgelenke geschont werden. Eine rasch abnehmbare Haube schützt den Arbeiter vor dem Berühren der Gelenkwellen.

Radialbohrmaschinen.

Die Raboma-Maschinenfabrik, Berlin-Borsigwalde, hat bei einer mittelgroßen Maschine (Morsekegel 4, größter Bohrdurchmesser 45 mm) Drehzahlen bis zu 1000 Uml./min für Gleichstrommotorantrieb vorgesehen. In der Säule der Maschine ist eine Kühlwasserleitung emporgeführt.

W a g e r e c h t b o h r w e r k e.

Die für Vorrichtungen bestimmte Maschine des S a m s o n - w e r k e s, Berlin, ist wie eine Ständerfräsmaschine gebaut. Der Tisch wird von einer besonders weit ausladenden Konsole getragen, hat kreuzweis angeordnete Aufspannuten und ist entlang einer Gradteilung um eine senkrechte Achse drehbar. Die 4 Hauptstellungen, wo die Aufspannuten in der Richtung der Arbeitspindel liegen können, werden durch einen Federbolzen gesichert. Der Tisch wird mit 2 Klemmschrauben festgespannt. Die vierstufigen Riemenscheiben für den Selbstgang des Tisches lassen sich umstecken. Zum Einstellen quer zur Arbeitsspindel dient eine Schraubspindel, an deren Teilung man $^1/_{10}$ mm ablesen kann. Beim genauen Einstellen in dieser und in lotrechter Richtung kann man Endmaße verwenden und an Mikrometerspindeln $^1/_{100}$ mm ablesen. Als Hauptwerkzeug wird ein Bohrstrahlhalter mit 2 Stählen geliefert. Auch die Firma F r i t z W e r n e r A.-G., Berlin-Marienfelde, baut eine solche Maschine im Aufbau den üblichen kleineren Wagerechtbohrwerken ähnlich, aber für den Vorrichtungsbau besonders genau.

Fräsen.

S t ä n d e r f r ä s m a s c h i n e n.

Eine Zweimotoren-Ständerfräsmaschine, Abb. 10, bauen L u d w. L o e w e & C o., A.-G., Berlin, mit Antrieb durch angeflanschten Regelmotor und besonderen Regelmotor für den Vorschub in der Tischkonsole, wo sich auch der Magnet für den Wechsel des Schnellverstellgetriebes für den Vorschub befindet.

Abb. 10. Zweimotoren-Ständer-Fräsmaschine von Ludw. Loewe & Co.

Der Gegenhalter von besonders großem Durchmesser läßt sich gegen den normalen dünneren Gegenhalter auswechseln, der mit Stützspreizen zusammen arbeiten kann. Zum Ein- und Ausschalten, Regeln und Bremsen des Antriebmotors ist rechts an der Konsole ein Handgriff mit Schaltscheibe, zum Ein- und Ausschalten, Umkehren und Bremsen des Vorschubmotors ein Steuerschalter am Tisch angebracht, der mit der Hand oder durch Anschläge betätigt wird. Unabhängig davon wird der Vorschubmotor durch besonderen Handhebel geregelt. Die selbsttätigen Anlasser und Bremsvorrichtungen liegen im Maschinenkörper und sind durch Türen bequem zugänglich und herauszuschwenken.

Die große Ständerfräsmaschine von Fritz W e r n e r, A.-G., Berlin-Marienfelde, arbeitet mit besonders hoher Riemengeschwindigkeit, seitlich vorgelagerter Antriebstufenscheibe und Duplex-Vorgelege, die Universalfräsmaschine der W a n d e r e r - W e r k e A.-G., Chemnitz, mit einer neuartigen Sicherung für das stoßfreie Einrücken der Teilkopfschnecke an Universalfräsmaschinen. Diese Firma hat auch einen großen, gut durchgebildeten, eingebauten Rundtisch mit Selbstgang herausgebracht, der für Senkrechtfräsmaschinen wichtig ist, insbesondere zum ununterbrochenen Planfräsen von nebeneinander aufgespannten Massenteilen. Diese in Amerika längst gebräuchliche Arbeitsweise ist bei uns noch nicht in dem erwünschten Umfang eingeführt. Es fehlt auch die in Amerika übliche Senkrechtfräsmaschine, deren Tisch und Spindel schwach geneigt sind, damit Späne und Öl gut ablaufen, sowie die Maschine, deren Rundtisch sich radial vorschiebt, dann um einen gewissen Winkel weitergeschaltet wird und sich dann wieder radial vorschiebt, statt sich ständig zu drehen.

Die Gewindefräsmaschine der Wanderer-Werke A.-G. hat ein unter dem Arbeitsstück ununterbrochen laufendes Förderband für die selbsttätige Spanabfuhr, eine Einrichtung, die bemerkenswert und auch für andre Fälle, z. B. Automaten, anwendbar erscheint.

Eine kleine Universal-Gewindefräsmaschine für Feinindustrie und Werkzeugmacherei, mit Einrichtungen zum Ausgleich der Steigungen und zum Kegligfräsen, baut S c h ü t t o f f, A.-G., Chemnitz. Die Maschine ist insbesondere für Gewindebohrer gedacht, wofür auch Carl Hasse & Wrede seit 1922 eine Maschine herstellen. Man sollte aber das Fräsen von Gewindebohrern allgemein auf die ersten beiden Bohrernummern beschränken und, da beste Werkzeuge dieser Art nicht im Überfluß zu haben sind, nur solche Herstellverfahren einführen, die höhere Genauigkeiten als die bisherigen liefern. Die Zeiten, da man Gewindebohrer als Marktware, d. h. möglichst billig kaufte, dürften vorüber sein.

Hobeln.

S h a p i n g - M a s c h i n e n.

Die ganze Reihe kurzhubiger Tischshaper für Hand- oder Kraftantrieb, die C a r l V o g t mit Handantrieb durch Hebel, die W o t a n - W e r k e mit Schwungscheibenantrieb, L i e b e r & G ü r t l e r mit Schwungscheibenantrieb, jedoch mit Hubscheibe links statt rechts, alle drei auch für Riemenantrieb herstellen, scheint anzuzeigen, daß das Bedürfnis nach kleinen Maschinen dieser Art wächst. Die Verbreitung derartiger Maschinen müßte noch bedeutend größer werden. Man stelle einmal statistisch auf, welchen Arbeitsweg die Maschinen von 400 oder 450 mm und mehr Hub in den Werkzeugmachereien auszuführen pflegen, und wie stark die abgehobenen Späne sind, und wird feststellen, daß dafür Tischshaper mit 100 bis 180 mm Hub ausreichen würden. Auch die grobe Feilarbeit sollte man verringern, indem man solche Maschinen an geeigneten Plätzen aufstellt; man könnte sie geradezu als mechanische Strohfeilen bezeichnen (und damit zu der frühesten Bezeichnung der „Feilmaschine“ zurückkehren). Für die Hochleistungsshaper bleibt dann immer noch ein großes Anwendungsgebiet.

Die Shapingmaschine von A. H. S c h ü t t e, Köln, mit 500 mm Hub hat nach vorn geneigte Führungsfläche für den kastenförmigen Quertisch. Dadurch werden das Gewicht des Tisches und der Schnittdruck statt von der üblichen schmalen rechteckigen Führung von einer breiten Schrägfläche aufgenommen, die aber nur oben führt, so daß die Schmalführung erhalten bleibt, die ein leichtes Gleiten sichert.

H o b e l m a s c h i n e n.

Zu den kurzhubigen Einsäulen-Hobelmaschinen von Billeter & Klunz sowie Blell ist der W i e m a n n - Hobler getreten. Diese Maschinen bilden wohl die Fortsetzung der mittelgroßen Shaper nach oben, wenigstens für mittelschwere, glatte oder etwas sperrige Werkstücke. Sie gewähren die Möglichkeit, das Werkstück gut zu befestigen, gute Schlittenführung auch in den Grenzlagen, einfache Senkrechteinstellung des Stahles, und sind auch nicht teurer als starke Shaper. Die B r u n e - Hobelmaschine ist in mancher Beziehung verbessert worden. Das Bett ist oben zwischen den Führungen geschlossen, die Antriebsräder laufen in einem geschlossenen Ölkasten, und die Füße stehen auf einer Keilvorrichtung, damit man sie bequem heben und senken kann. Die Bedienung des Querbalkens und des Supportes ist durch gute Anordnung der Schaltvierkante und Schaltdosen vereinfacht und zentralisiert. [A 295] (Schluß folgt.)

Verhalten gewölbter Böden gegenüber innerem Überdruck.

Von Prof. Ir. C. B. Biezeno, Delft (Holland).

Die kurze Mitteilung „über Versuche mit gewölbten Böden gegenüber innerem Überdruck aus neuester Zeit[1])“, Z. Bd. 67 (1923) S. 1113, veranlaßt mich zu folgender Bemerkung:

Daß bei den in üblicher Weise belasteten Böden die größte Spannung in der Krempung auftritt und ein Mehrfaches der Materialspannung in der Mitte des Bodens beträgt, haben nicht nur Bach[1]), sondern auch andre betont. Namentlich hat Prof. Ir. F. K. Th. van Iterson im „Ingenieur“ 1921 S. 794 ein abschreckendes Beispiel eines zu kleinen Krempenhalbmessers vorgeführt.

Man muß sich nur wundern, daß man jahrelang einen so wichtigen Konstruktionsteil wie den Kesselboden, falsch ausgeführt hat, und kann es nur der Trägheit der ausführenden Firmen zuschreiben, daß sie keine Änderung vorgenommen haben.

Das Bewußtsein, daß vorläufig in der Herstellungsweise wohl keine Änderung zu erzielen sein würde, hat mich damals gehindert, den betreffenden Firmen eine einfache Berechnung zu unterbreiten, die ich im Anschluß an den Aufsatz von Iterson im „Ingenieur“ 1922 S. 781 veröffentlicht habe. Da aber die Sache nun von neuem aufgenommen zu werden scheint, ist es vielleicht nicht unnütz, auf diese Berechnung hinzuweisen.

Ist R der Halbmesser des Kessels, n die bis zur Achse des Kessels gemessene Normale in einem beliebigen Punkt der Krempung, h_1 die Wandstärke des Bodens, h_2 die Wandstärke des Kessels, ν die Gütezahl der Längsnietung des Kessels, $\mu = 2\,\frac{h_1}{\nu\,h_2}$, ϱ der Krümmungshalbmesser der Krempung im betreffenden Punkt, so gilt:

$$\varrho = \frac{n^2}{\mu\,R + n},$$

wenn unter Zugrundelegung der Bruchhypothese von Guest, gleicher Widerstand für den Boden gefordert wird.

Diese Formel gestattet die Meridiankurve des Bodens in einfacher Weise zeichnerisch zu ermitteln.

In dem Punkte nämlich, wo Boden und Kessel aneinanderstoßen, ist $n = R$, also

$$\varrho = \frac{R}{\mu + 1}.$$

Das erste Bogenelement der Meridiankurve kann also durch einen Kreisbogen mit diesem Halbmesser ersetzt werden. Man mißt alsdann im Endpunkte des Kreisbogens die Normale, deren Wert man in $\varrho = \frac{n^2}{\mu\,R + n}$ einsetzt, zeichnet mit dem neuen Halbmesser ϱ das nächste Bogenelement der Meridiankurve usw.

Abb. 1 bis 7. Bodenformen für verschiedene Werte von μ.

Für verschiedene Werte von μ sind in Abb. 1 bis 7 die Bodenformen aufgezeichnet; die erwähnte Konstruktion braucht man in jedem Falle nur bis zu dem Punkte, wo $\varrho = \frac{n}{2}$, oder $n = \mu\,R$ ist, durchzuführen. Sobald die Normale die Länge $\mu\,R$ erreicht, ergänzt man die Meridiankurve durch einen Kreisbogen vom Halbmesser $\mu\,R$.

Die Form des Bodens hängt somit nur von dem Parameter $\mu = 2\,\frac{h_1}{\nu\,h_2}$ ab, der von vornherein bei jedem Kesselentwurf bekannt ist. Es scheint aber erwünscht, mit einem kleineren μ-Wert zu rechnen, weil etwaige Biegungsbeanspruchungen infolge der Befestigung von Boden und Kessel außer Acht gelassen worden sind. Diesem Einfluß kann man durch Verkleinerung von μ Rechnung tragen, wie ich nachgewiesen habe.

Es sei darauf hingewiesen, daß der ellipsoidische Boden, der in der Krempung dem hier besprochenen gleichwertig ist, in der Mitte unnütz hoch ausfällt. [A 150]

[1]) Z. Bd. 41 (1897) S. 1157 u. f., Bd. 43 (1899) S. 1585 u. f., sowie C. Bach, „Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Kesselwandungen“. Protokoll der 26. Delegierten- und Ingenieur-Versammlung des internationalen Verbandes der Dampfkessel-Überwachungsvereine; ferner Heft 3 und 5 1897 und 1899.

Der Ausbau des Königsberger Hafens[1]).

Hatte man schon vor dem Kriege die Notwendigkeit erkannt, den Königsberger Hafen großzügig auszubauen, so wurde nach 1918 diese Frage noch dringender. Die 1917 aus Kriegsnotwendigkeiten unterbrochenen Arbeiten wurden trotz der großen Geldschwierigkeiten nach dem Kriege wieder aufgenommen, konnten aber nur mit weitgehender Unterstützung durch den preußischen Staat und die Provinz Ostpreußen vollendet werden. Beide hatten die außerordentliche Bedeutung Königsbergs als Hafen erkannt, nachdem Danzig und Memel für Preußen verloren waren.

Da dem Hafen Königsberg durch politische Veränderungen ein großer Teil seines früheren Hinterlandes entzogen war, so mußte man versuchen, durch technisch vollkommene Anlagen und zollpolitische Maßnahmen einen Hafenbetrieb zu schaffen, der die Schiffahrt zu sich heranzog. So wurde das größte Hafenbecken (III) als Freihafen vorgesehen, ein besonderer Holzhafen (V), der noch im Bau ist, soll vor allem der Verladung der aus Polen kommenden großen Holzmengen dienen, und andere Häfen stehen für die allgemeinen Bedürfnisse der Industrie zur Verfügung.

Technisch machte der Ausbau des Hafens wegen des schlechten Baugrundes große Schwierigkeiten. Alle Anlagen mußten auf Pfahlrost gegründet werden. Etwa 25000 Rammpfähle wurden hierzu gebraucht. Zum Ausheben der Hafenbecken und zur Aufhöhung des früheren Wiesengeländes mußten 5 Mill. m³ Boden bewegt werden. Kosten und Schwierigkeiten waren groß, und viel wird noch zu tun sein bis zur endgültigen Vollendung des Königsberger Hafens. [M 514] Dr. G.

[1]) Nach einem auf der Hauptversammlung der Hafenbautechn. Gesellschaft in Königsberg von Stadtbaurat Kutschke am 27. Mai 1924 gehaltenen Vortrage.

Eine neue Wasserkraftanlage in Pommern.

Etwa 6 km unterhalb des kurz vor Beginn des Weltkrieges fertiggestellten Glambocksee-Kraftwerkes[1]) an der Stolpe wird von der Siemens-Bauunion gegenwärtig eine neue Wasserkraftanlage, Klaushof, erbaut. Die Stolpe wird hier durch einen bis 12 m hohen und rd. 400 m langen Erd- und Sanddamm in einem Staubecken von 80 ha Ausdehnung aufgestaut. Während der Bauzeit wird das Wasser der Stolpe durch den in den Staudamm eingebauten Grundablaß abgeführt.

Der 1 km lange Kanal zum Krafthaus ist durch eine dicke Lehmschale mit Sand- und Schotterschutz abgedichtet. Das Krafthaus erhält drei Turbinen mit je 9 m³ Schluckfähigkeit und soll bei rd. 6 Mill. kWh Jahreserzeugung 3500 PS Spitzenleistung erreichen. Zwischen Ober- und Untergraben wird eine Trockenfloßbahn eingebaut.

Für die Bauarbeiten ist eine 2,7 km lange Förderbahn von 90 cm Spur mit elektrischem Betrieb zur Sicherung gegen Waldbrände angelegt. Ebenso werden die Bagger- wie die Lehmgewinnungsanlagen und die ganze Bodenbewegung elektrisch betrieben.

Der Elektro-Verband Pommern beabsichtigt außerdem, das 5 km unterhalb Klaushof liegende Kraftwerk Krien sowie ein Werk bei Bedlin zwischen Stolp und Stolpmünde auszubauen. Diese Anlagen sollen dann in der Form zusammenarbeiten, daß sie ihren Strom an die Überlandzentrale Stolp abgeben, wobei Glambockwerk und Klaushof die Spitzenleistung übernehmen. [M 519] Sd.

[1]) Z. Bd. 61 (1917) S. 41.

Der Ausbau des Rheins zwischen Basel und Bodensee.

Von Oberregierungs- und Baurat E. Mattern, Professor an der Technischen Hochschule, Berlin.

Grundlegende Verhältnisse des geplanten Stromausbaues. Besprechung verschiedener Entwürfe auf Grund eigener Erfahrungen unter technischen und betriebstechnischen Gesichtspunkten. Ermittlung der Selbstkosten des Wassertransportes und der Frachten nach der zu erwartenden Verkehrsentwicklung und dem Einfluß der Fahrgeschwindigkeit. Vergleich zwischen den rechnungsmäßigen und tatsächlichen Wasser- und Eisenbahntransportkosten. Berechnung der geldlichen Belastung der Wasserkräfte durch die Herstellung der Schiffahrtanlagen. Vorschlag eines Weges, auf dem die dringende Entwicklung der Kraftwirtschaft am Oberrhein in Einklang gebracht werden kann mit dem organischen Stromausbau für den Wasserverkehr.

Allgemeines.

Der Ausbau des Rheins zwischen Basel und Straßburg ist in dieser Zeitschrift Bd. 65 (1921) S. 41 in wasser- und kulturwirtschaftlicher Hinsicht behandelt, und es sind dort die Nachteile eines Seitenkanals gegenüber der Kanalisierung des Stromes dargelegt worden. Zu gleicher Zeit mit diesen Plänen, die auf Grund des Versailler Friedensdiktates in erster Linie von Frankreich verfolgt und z. T. der Verwirklichung entgegengeführt werden, laufen die Bestrebungen für einen Ausbau der Rheinstrecke Basel-Bodensee, s. die Übersichten Abb. 1 und 2. Über die geschichtliche Entwicklung dieser großzügigen Pläne habe ich in der Elektrotechnischen Zeitschrift Bd. 40 (1919) S. 492 einige Angaben gemacht. Die Dinge haben inzwischen ihren Fortgang genommen, und gegenwärtig ist die Forderung nach der Kraftausnutzung und Schiffahrt auf der für dieses Vorhaben ungewöhnlich gute natürliche Vorbedingungen bietenden Stromstrecke sehr lebhaft geworden. Wenn auf dem unteren Laufe Basel-Straßburg der Streit noch immer wogt, ob hier reguliert, kanalisiert oder ein Seitenkanal hergestellt werden soll, so ist seit langem darüber keine Meinungsverschiedenheit vorhanden, daß oberhalb Basels nach den bestehenden Tal- und Gefällverhältnissen die Kanalisierung bei gleichzeitigem Ausbau der Wasserkräfte die gegebene Lösung ist.

Der Oberrhein ist eine der wenigen deutschen Wasserstraßen, die in absehbarer Zeit Aussicht haben, grundlegend umgeformt und ausgebaut zu werden, weil hier die Ertragfähigkeit der angelegten Geldmittel verwertet werden kann. Die Arbeiten gleichen der Pioniertätigkeit, weil sie in einer Gegend ausgeführt werden sollen, die bisher die Schiffahrt nennenswert nicht kennt, und auch die Kraftausnutzung ist nur bedingt und einigermaßen planlos betrieben worden. Auf die Erhaltung der landschaftlichen Schönheit ist dabei großes Gewicht zu legen. Es sollte hier Großschiffahrt und Kraftwirtschaft zu gemeinsamer Leistung vereinigt werden unter Stromverhältnissen, die wir schwer richtig einzuschätzen wissen und in einer Bauweise, für die es in Europa, ja auf der ganzen Erde kein Vorbild, geschweige denn Erfahrungen durchschlagender Art gibt. Daher ist Vorsicht geboten bei Festlegung der Grundlinien wie der Abmessungen der Schiffahrtanlagen, Schleusen, der Betriebwassermengen und der allgemeinen wie auch besonderen baulichen Anordnungen.

Nicht minder beansprucht die Wirtschaftlichkeit besondere Aufmerksamkeit. Auch ist es nicht folgerichtig, Schleusenabmessungen und Fahrrinne in bestimmten Abmessungen sowie Krümmungs- und sonstige Strombauverhältnisse festzulegen und zu verlangen, daß die Schiffahrt sich danach einrichten solle. Eher schon könnte der umgekehrte Weg erwogen werden. Aber auch das ist nicht zu empfehlen, wenn auch im unteren Rheinlauf ein bedeutender Schiffspark vorhanden ist und arbeitet, dem sich der Schleusenbau bei Neueinrichtungen bis zu einem gewissen Grade immerhin anpassen könnte. Wasserbau und Schiffbau müssen vielmehr innig zusammengehen, um die Forderungen der Kanal- und Flußschiffahrt mit dem Wasserbau zu vereinigen und zu Normen zu gelangen.

Die Vorarbeiten für die Strecke Basel-Bodensee haben schon eine Zeit von Jahrzehnten in Anspruch genommen, sind aber zu einem gewissen Abschluß durch den Wettbewerb vom Jahre 1920 gelangt. Nach den Wettbewerbbedingungen sollte das Ziel der Schiffbarmachung die Herstellung einer Schiffahrtstraße sein, die bei jedem Wasserstand unter 3,0 m Basler Pegel mit von Dampfbooten geschleppten Kähnen von 75 m größter Länge, 11 m größter Breite und 2 m größtem Tiefgang zu Berg und zu Tal befahren werden kann; das entspräche 1000 bis 1500 t-Kähnen. Die noch verfügbaren Wasserkräfte sollten möglichst zweckmäßig und vollständig ausgenutzt werden können. Die Einteilung der Haltungen war nach diesen Gesichtspunkten vorzunehmen. Die Schiffahrt sollte soweit wie möglich von der Kraftnutzung getrennt gehalten, also möglichst im Strome belassen werden.

Inzwischen ist die Angelegenheit von einer badisch-schweizerischen Kommission weiter bearbeitet worden, insbesondere zu dem Zwecke, die technischen Grundsätze nachzuprüfen. Die Bodenseeregelung, die den Kraftwerken einen bedeutenden Zuschuß an besonders wertvoller Winterenergie bringen und zugleich dem Hochwasserschutz dienen soll, ist hinzugekommen[1]). Die wirtschaftlichen und finanziellen Fragen werden vorbereitet und Baden hat es übernommen, die untere Strecke Basel-Eglisau, die Schweiz den oberen Stromteil von Eglisau bis oberhalb Schaffhausen und die Seeregelung zu studieren. Die inzwischen eingetretene wirtschaftliche Krisis, die ganz Europa und besonders Deutschland erfaßt hat, läßt allerdings eine schnelle Inangriffnahme des Ausbaues kaum erwarten. Wir entnehmen der Schweizer. Bauzeitung Bd. 82 (1923) S. 199, daß für die untere Strecke die Einteilung der Gefällstufen nunmehr festgelegt und nur die engere Planfestlegung noch weiter geklärt werden muß. Schwierigkeiten bereiten noch die Stromschnellen von Rheinfelden, weil dort zwischen dem Ende des Staues von Augst-Wylen und dem bestehenden alten Werk von Rheinfelden eine die durchgehende

Abb. 1. Übersicht der Rheinstrecke Basel—Bodensee.

[1]) s. hierüber u. a. Wasserstraßen-jahrbuch 1922 S. 39.

Abb. 2. Übersichtsprofil des Rheines vom Bodensee bis zum Meere mit Veranschaulichung des Schiffahrtsverkehrs auf dem Oberrhein, der „Bergstrecke“ oberhalb Mannheim.

Schiffahrt hindernde Gefällstrecke unausgenutzt geblieben ist, die eine Verlegung des bestehenden Kraftwerkes Rheinfelden bedingt. Für die Ausnutzung der Wasserkräfte sind zwar Konzessionsbewerber vorhanden, doch sollen sie durch die Anlagen für die Schiffahrt, im besonderen auch für die Verlegung der Kraftstufe Rheinfelden, geldlich erheblich belastet werden, auch wollen sich die beiden Staaten, Baden und die Schweiz, am Ausbau beteiligen, so daß durch solche Bedingungen das Privatkapital wenig angelockt werden dürfte.

In der Schweizer Strecke liegen die Staustufen noch nicht fest. Zu den in großer Zahl vorliegenden Vergleichsentwürfen werden die Behörden, Konzessionsbewerber, Schiffahrtinteressenten und die Öffentlichkeit Stellung zu nehmen haben.

Für die einheitliche Ausgestaltung der Schiffahrtstrecke sind hiernach von beiden Regierungen Leitsätze und Normalien aufgestellt worden, und es sind jetzt im wesentlichen folgende Festsetzungen getroffen: Normalschleppkahn ist der 1200 t-Kahn (80 m lang, 10 m breit, 2,20 m Tiefgang); größter zulässiger Schleppkahn 1500 t: Normalschlepper - Schraubendampfer etwa 500 PS_i mit etwa 37 m Länge, 7 m Breite und 2 m Tiefgang. Größter Schlepper 700 bis 800 PS_i.

Für den ersten Ausbau soll einfache Kammerschleusenform mit 135 m nutzbarer Länge, 12 m l. W., 3,5 m bis 4 m Drempeltiefe im Oberwasser unter genehmigtem Stauspiegel, am Unterhaupt 2,5 m unter dem hydrostatischen und 3 m unter dem hydraulischen Stau bei N. W. (1,0 Baseler Pegel) Verwendung finden. Für später ist eine zweite Schleuse mit Verlängerung der ersten Schleuse und schließlich Verlängerung beider Schleusen zu Schleppzugschleusen geplant.

In den Seitenkanälen und Vorhäfen ist für zweischiffigen Betrieb eine Sohlenbreite von 30 m beabsichtigt. Die Wassertiefe entspricht im Ober- und Unterwasser den Drempeltiefen. Kleinster Halbmesser $R = 400$ m. Die Flußfahrrinnen werden 60 m breit, 2,5 m tief unter dem hydrostatischen, 3 m unter dem hydraulischen Stau; kleinster Krümmungshalbmesser = 500 m.

Bei einem Wasserstande von 3,0 Basler Pegel soll die größte Wassergeschwindigkeit 3,0 m/s nicht übersteigen. Dem entspricht die mittlere Geschwindigkeit von 2,5 m/s. Lichte Höhe unter den Brücken = 6,0 m beim höchsten schiffbaren Wasserstande. Über Leitwerke im Ober- und Unterwasser der Schleusen sind Bestimmungen getroffen.

Es ist für den Fernerstehenden ein Wagnis, ein Wort der Zustimmung, des Zweifels oder der Kritik zu finden, ohne daß er alle Vorarbeiten und das Material im einzelnen eingesehen und studiert hat. Es kann darum hier nur aus allgemeinen Erfahrungen gesprochen werden, und ich möchte mich darauf beschränken, zu den technischen Grundzügen einiges aus der Praxis des norddeutschen Strombau- und Schiffahrtbetriebes beizutragen und Auffassungen zu den angenommenen Verkehrsverhältnissen, auch in Beziehung zur Eisenbahn und zur Belastung der Wasserkräfte durch die Kosten für die Schiffahrtanlagen, zum Ausdruck zu bringen.

Technische und betriebstechnische Grundzüge.

Die Ergebnisse des Wettbewerbes vom Jahre 1920 sind seinerzeit an vielen Stellen eingehend besprochen worden, u. a in der Schweizerischen Bauzeitung 1921, so daß hier davon Abstand genommen werden soll, die Entwürfe zu beschreiben, um so mehr, als die Entwicklung fortgeschritten ist und mancherlei Fragen genauer untersucht worden sind, auch im Hinblick auf die neuesten Bestrebungen für die Strecke Straßburg-Basel[1]). Es sollen nur einzelne, besonders beachtenswerte Punkte kurz erörtert werden.

Vorher sei zum Verständnis aus den Hauptergebnissen des Wettbewerbes mitgeteilt, daß für die Strecke Basel-Bodensee die Zahl der Haltungen in den Entwürfen zwischen 14 und 16 schwankt, die Länge des Schiffahrtweges zwischen 156 und 160 km, während die Länge der Seitenkanäle für die Schiffahrt 5 bis 17 km beträgt. Die Zahl der geplanten Kraftwerke beläuft sich auf 12 bis 15; sie nutzen mit 84 bis 103 m Nutzgefälle bei M.-W. etwa 68 bis 83 vH des Gesamtgefälles von 123 m (ohne Rheinfall) aus. Die verwertete Wassermenge oberhalb der Aare ist zu 210 bis 425, unterhalb zu 380 bis 1000 m^3 angenommen. Die Gefälle der einzelnen Staustufen schwanken zwischen 3,75 und 11,50 m; am Rheinfall, dessen Nutzung nach dem Wettbewerb nicht geplant war, heute aber in Betracht kommt, stehen rd. 25 m zur Verfügung. Der mit dem ersten Preise gekrönte Entwurf berechnet die 200tägige Gesamtnutzleistung der Strecke Basel-Bodensee zu 700 000 PS einschließlich des Rheinfalles.

Für unsre Betrachtungen finden wir die beste Anlehnung, wenn wir uns nach den Ergebnissen des Wettbewerbes vergegenwärtigen, wie man versucht hat, die Lösungen zu gestalten. Als Beispiel sei zunächst der Plan für den Umbau von Rheinfelden, Abb. 3, mitgeteilt, der dem mit dem ersten Preise ausgezeichneten Entwurfe entnommen ist[2]). Der Verfasser des Entwurfes beläßt die Schiffahrt in der Hauptsache im Strom, auch in der dargestellten Strecke. Die Mitbenutzung der Kanäle für Schiffahrtszwecke ist tunlichst vermieden. Das Preisgericht hat die dargestellte Lösung für gut befunden, meint aber, sie könne noch verbessert werden, wenn der Schiffahrtweg vom Werkkanal durch eine Mauer vollständig getrennt und das Krafthaus zur besseren Ausnutzung des Gefälles noch etwas weiter flußabwärts gelegt würde. In dieser Trennung ist ein sehr wesentlicher Gedanke ausgesprochen, wie noch dargelegt werden wird. Denn so, wie der Plan es zeigt, würde die Schiffahrt bei der Ein- und Ausfahrt im Oberwasser der nach dem Kraftwerk hin ziehenden Strömung aufs heftigste schutzlos ausgesetzt sein, da ein Fahrzeug das Bestreben hätte, in Richtung auf das Kraftwerk zu treiben. Kritisch könnte die Strömung für den geschleppten Kahn bei höheren Wasserständen auch bei der Einfahrt zum Einlaufbecken werden, wo die Hochwasserentlastung durch das Wehr groß ist. Es empfiehlt sich nach den Erfahrungen an der Oder, wenn man ein Auftreiben der Schiffe auf das Wehr verhindern will, dieses mindestens 400 bis 500 m unterhalb der Schleuseneinfahrt anzulegen, damit die Schiffe, wenn sie etwa abschwimmen, Wegestrecke und Zeit genug behalten, um sich zu verankern. Denn in einem Schleppzuge löst sich bei stärkerer Strömung (1 bis 1,5 m) bei der Einfahrt in den ruhigen Schleusenkanal leicht das letzte Schiff los, treibt gegen das Wehr, wird zerstört oder beschädigt. Die Wehrnadeln zerbrechen, und selbst Wehrböcke werden umgestoßen. Die Gefahr seitlicher Abzweigungen oberhalb des

[1]) Vergl. a. Z. Bd. 65 (1921) S. 41.
[2]) Nach Schweiz. Bauzeitung Bd. 77 (1921) S. 18.

Abb. 3. Entwurf Nr. 6. Staustufe Rheinfelden mit neuem Kraftwerk.

Abb. 4. Großschiffahrtsschleuse beim Kraftwerk Laufenburg.

Einganges zu einer Schleuse oder sonst zu einem Schiffahrtswege ist bekannt; es darf nur erinnert werden an die Schiffsunfälle, die am Strauchwehr oberhalb Breslaus und anderwärts vorgekommen sind. Diese Frage spielt auch eine Rolle bei der

Abb. 5. Durchfahrtstrecke bei Laufenburg.

erscheint, wenn nicht unbedingt notwendig, so doch sehr erwünscht, Abb. 6. Der Halbmesser in der Schiffahrtlinie beträgt hier nur 400 m, während man als Mindestmaß für neuere Großschiffahrtwege 1000 m gelten läßt. Auf der Rheinstrecke Straßburg-Basel ist als stärkste Krümmung für die Regelung eine solche zu 814 m Halbmesser angenommen.

Eine besondere Aufmerksamkeit beansprucht die Umgehung des Rheinfalles. Die beste Lösung hierfür und für die Vermeidung der Stromschleuse bei Rheinau hat nach Ansicht des Preisgerichts der mit dem zweiten Preis ausgezeichnete Entwurf gebracht, Abb. 7 und 8. Zur Schonung des Landschaftsbildes am Rheinfall wird aber empfohlen, das Wehr etwas mehr stromaufwärts zu verlegen und das Anfangsstück des Kanals als Tunnel auszubilden. Kraftkanal und Schiffahrtweg sind hier in einem Doppelquerschnitt getrennt bis auf die gemeinsame Überführung über den Rhein. Eine Schleusentreppe, bestehend aus zwei Schleusen von je 16 m Gefälle, schließt die Anlage ab.

Die Kreuzung eines Kanals, der in beliebiger Wassertiefe hergestellt werden kann, mit einem Flusse, dessen Tiefe an

Abb. 6. Vorschlag einer neuen Brücke bei Laufenburg; der Mittelpfeiler ist durch einen freitragenden Bau ersetzt.

Abb. 7. Staustufe Rheinfall-Rheinau, unterer Teil (Anschluß an Abb. 8).

Niveaukreuzung der Kanäle mit den Flüssen. Die Abmessungen der Vorhäfen sind hier wie in anderen Fällen sehr knapp.

Die Sicherheit der Schiffahrt an den Kraftwerken ist ein Gesichtspunkt von allererster Bedeutung, denn die Gefahr von Unfällen macht einen Schiffahrtsweg durchaus unbeliebt und verteuert den Betrieb wegen der erhöhten Sätze, die dann von den Versicherungsgesellschaften gefordert werden. Zu dieser Frage sollten vornehmlich die Vertreter der Schiffahrt zu Worte kommen.

Vorteilhafter scheint in dieser Hinsicht der Entwurf für Laufenburg, Abb. 4. Dieses Kraftwerk ist bereits ausgebaut für 50 000 PS, einschließlich einer Kahnschleuse von etwa 12 m Nutzbreite und 30 m Länge. Die neugeplante Schleuse ist daneben gelegt. Aber auch hier würde nach dem Gesagten die Trennungsmauer im Oberwasser zweckmäßig verlängert. Die Schwierigkeiten für einen Schleppzug, bestehend aus Schleppdampfer und zwei Anhängen, bei der Fahrt durch die Brücke bei Laufenburg zeigt Abb. 5. Ihr Umbau in eine Brücke freitragender Bauweise mit freiem Querschnitt in Strombreite seine natürlichen hydrologischen Bedingungen gebunden ist, ist eine schwierige und noch nicht gelöste Aufgabe, da im Strome in Trockenzeiten kleine Fahrtiefen vorhanden sind. Sofern die sonstigen Geländeverhältnisse die Möglichkeit bieten, ist die Hochüberführung ein zweckmäßiger Gedanke, wie sie auch für die Überführung der „Mittellinie“ des Kanals Hannover-Berlin über die Elbe in Aussicht genommen war.

Die Staustufe Schaffhausen nach dem mit dem ersten Preise ausgezeichneten Entwurf zeigt Abb. 9. Hier findet bereits heute Kraftausnutzung in zwei Werken hintereinander statt, die in der geplanten Weise vereinigt werden sollen.

Es sollte an den Schiffahrtsanlagen ausreichend Raum vorbehalten werden für Herrichtung von Nebeneinrichtungen wie Abgabeerhebehäusern, Dienstwohngehöften, kleinen Dienstgärten, Schuppen u. a. m., die gemeinhin unentbehrlich sind und vorteilhaft möglichst nahe den Schleusen liegen.

Die vorstehenden Bemerkungen bieten einen kleinen Ausschnitt. Wir erkennen die Anwendung anerkannter Grundsätze der Strombaukunst zur Überwindung der Eigenart, die der Rhein

im besonderen Maße aufweist. Theorie und Praxis müssen sich aufs innigste vereinigen, nicht nur, um im Urteil der Fachwelt und Öffentlichkeit zu bestehen, sondern vor allem, um für den Betrieb etwas Brauchbares und wirtschaftlich Richtiges zu schaffen.

Den deutschen Wasserbauingenieur beschäftigen gegenwärtig große Aufgaben, die nicht nur wirtschaftlich schwierig sind, die vielmehr auch der Technik zum Teil fremde Aufgaben stellen: die Vollendung des Mittellandkanals, der Ausbau des Main-Donau-Kanals, dieses alten Traumes der Völker mit seiner hohen Scheitelüberwindung, ferner die hier behandelte Rheinkanalisierung mit der Überwindung bedeutender Höhen für die Schiffahrt, die, wie hier so auch an andern Stellen, zur Frage der Schleusen mit hohen Gefällen und der Schiffshebewerke geführt hat.

Die bisherigen Unternehmungen für Kraftausnutzung und Schiffahrt in den Strömen erstrecken sich nur auf den Ausbau von Einzelanlagen. Es sei auf die Weser, die Oder usw. hingewiesen[1]). Der Versuch am Oberrhein stellt einen tiefen Eingriff in die von der Natur gegebenen Verhältnisse dar. Dort vollzieht sich ein starker Abzug von Geschiebe, dem sich an den Kraftwerken und Wehren künstliche Hindernisse entgegenstellen werden. Die immerwährende Neubildung der Geröll- und Kiesmassen durch Verwitterung des Gesteins im Einzugsgebiet und seine Abschwemmung durch Hochfluten ist nicht aufzuhalten, wenn sie auch durch entsprechende Korrektionsbauten (Geröllsperren u. a. m.) verzögert werden kann. Diesem Vorgang muß an den Staustufen freies Spiel gewährt werden, da die untere Stromstrecke für seine Gleichgewichtslage des Gerölles bedarf. Der Bodensee bildet zwar ein großes, für absehbare Zeiten ausreichendes Abfangbecken, wodurch die Sachlage wesentlich vereinfacht wird. Die unterhalb des Sees befindliche Stromstrecke hat sich darauf eingestellt. Dann aber bringen die Thur, Aare usw. neue Mengen. Entsprechende Einrichtungen an den Kraftwerken und Wehren müssen getroffen werden, und wir wissen, daß diese Lösungen zu den schwersten der Flußbautechnik gehören. Alle Nachteile, die den Kraftwerken wie der Schiffahrt schon im Flachlande drohen, werden im Gebirge vermehrt durch starkes Gefälle mit erheblicher Strömung, Versandungen, scharfe Krümmungen usw. Zur Unfallgefahr treten die Forderungen der Landeskultur und die Schädigungen der Anlieger. Ich erinnere mich u. a. aus meiner früheren Tätigkeit in der Rheingaustrecke Mainz-Rüdesheim, wie schwierig es dort war, die Interessen des Weinbaues mit denen des Strombaues und der Schiffahrt in Einklang zu bringen. Der Staatskunst Bismarcks blieb es vorbehalten, durch einen Staatsvertrag zwischen Preußen und Hessen die Strombauwerke durch niedrige Lage so einrichten zu lassen, daß beiden Belangen — der Schiffahrt wie des Weinbaues — Gerechtigkeit geschah. Die strahlende, weinveredelnde, breite, seenartige Wasserfläche des Rheingaues ist dadurch erhalten geblieben, die Fahrtiefe aber gesichert.

Die vielumstrittene Aufgabe der gemeinsamen Ausnutzung der Wasserläufe muß getrennt behandelt werden für Ströme und Kanäle. Seitenkanäle haben an Flüssen im allgemeinen nur dort Bedeutung erlangt, wo im Flusse noch keine Schiffahrt vorhanden ist, wo also im neuen Kanale sowohl der Kraftwirtschaft gedient, wie eine Fahrstraße geschaffen werden soll, z. B. an der Mittleren Isar in Bayern[2]). In den Stromtälern mit schon bestehender Schiffahrt hat man meist davon Abstand genommen, eigne Kraftkanäle zu bauen, nachdem für die Flußregelung schon bedeutende Mittel aufgewendet worden waren. Die Einträglichkeit zweier solcher Wege mit erheblichem Querschnitt und beschränkter Ausnutzung ist eben im Flachlande nicht zu erreichen, wenn auch wasserbautechnisch eine solche Lösung nicht von der Hand zu weisen wäre. Die Fließgeschwindigkeit im Kraftkanal kann man in angemessenem Maße steigern, während die Kanalisierung des Stromes durch die Stauanlagen eine gemäßigte, den Belangen der Schiffahrt angepaßte Wasserbewegung sichert, besonders in tief eingeschnittenen Flußtälern, die einen hohen Aufstau zulassen, wie am Oberrhein. Wir haben uns aber zu vergegenwärtigen, daß die schiffbaren Ströme und ebenso die kanalisierten Flüsse und künstlichen Kanäle auch bei gutem Verkehr keine ausreichende Rente, oft nicht einmal Einnahmen aufweisen, die die laufen-

Abb. 8. Staustufe Rheinfall bis Rheinau, oberer Teil, mit Doppelkanalbrücke über den Rhein. Schnitt A-B mit abgestufter Sohle zur Erzielung geringerer Wassergeschwindigkeit für die Schiffahrt-Kanalseite.

Abb. 9. Staustufe Schaffhausen.

[1]) Das Gesetz über den Doppelausbau der Rhone von der Schweizer Grenze bis zum Meer ist am 25. Mai 1921 genehmigt, die Ausführung also in Vorbereitung.

[2]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 211 und 235.

den Betriebskosten decken. Die märkischen Wasserstraßen (1230 km) mit ihrem starken Wasserverkehr nach Berlin brachten im letzten Friedensjahre (1913) eine Kapitalverzinsung von 1,1 vH auf, der kanalisierte Main 0,57 vH. Die kanalisierte Oder nebst Großschiffahrtsweg von Breslau (160 km) erforderte 1913 einen Zuschuß von rd. 400 000 ℳ, wenn die Ausgaben vor der Kanalisierung mit eingerechnet werden. Bezogen auf die eigentlichen Kanalisierungskosten beträgt die Verzinsung 0,02 vH. Die gesamten künstlichen Wasserstraßen von 2760 km Länge mit Abgaben erforderten in Preußen 1913 einen Zuschuß von rd. 226 000 ℳ, während an den abgabefreien Binnenwasserstraßen Preußens, einschließlich der großen Ströme Rhein, Elbe, Weser, nichtkanalisierte Oder usw., ein Fehlbetrag von 20,79 Mill. ℳ vorhanden war bei insgesamt 288,4 Mill. ℳ Ausgaben für den Ausbau der Regulierung bis 1913[1]). In Anbetracht solcher wenig erfreulichen Ergebnisse wird man eher versuchen müssen, ein vorhandenes, für die Schiffahrt ausgebautes Flußbett durch Hinzufügung einer neuen Nutzung (Wasserkräfte) einträglicher auszunutzen, als einen doppelten Wasserweg herzustellen.

Durch den Aufstau tritt also für die Schiffsbewegung eine Verbesserung gegenüber dem Urzustande ein. Denn darauf spitzt sich die Frage zu, daß für die Schiffahrt ein tunlichst ruhiges Wasser am vorteilhaftesten ist, daß Kraftwasser aber eine gewisse Fließgeschwindigkeit bedingt. Jedenfalls verträgt die Schiffahrt in künstlichen Kanälen, bei denen der Querschnitt etwa vier- bis fünfmal so groß als der eingetauchte Schiffsquerschnitt ist, eine größere Fließgeschwindigkeit als 40 bis höchstens 60 cm/s nicht — je nach Art der Fortbewegung der Schiffe durch Menschen- oder Pferdetreideln oder Maschinenschlepperei. Erfahrungen u. a. an den märkischen Wasserstraßen erweisen dies. In größeren Stromquerschnitten, wo die Schiffe bessere Bewegungsfreiheit besitzen, wird man weitergehen können[2]).

Für die Trennung eines gemeinsamen Bettes in eine tiefe Straße für das Kraftwasser und eine flachere für die Schiffahrt scheinen die Vorgänge in Strömen mit starkem Talgefälle nicht günstig zu sein. Die Oberrheinstrecke Basel-Bodensee hat aber ein durchschnittliches Gefälle von 1 : 1000. Zwischen den Deichen oder natürlichen Hochufern befindet sich meist ein tieferes Bett, daneben die Vorländer. Man kennt die Gefahren, die aus den Vorlandüberschwemmungen für die Schiffahrt und Landeskultur entstehen. Eine lebhafte Strömung wirft in Hochwasserzeiten viel Kiesmassen aus dem tieferen Querschnitt auf die höher gelegenen Vorländer, wie ich dies z. B. am unteren Rhein beobachtet habe. Unter solchen Umständen kann eine vollständige Trennung in zwei Schläuche zur Notwendigkeit werden. In den Umgehungskanälen bei Breslau wurde anläßlich der Oderregulierung um das Jahr 1915 eine Trennung dieser Art durchgeführt. Der eine Querschnitt dient lediglich der Schiffahrt, der andre nur dem Hochwasserabgang. Aber eine solche Maßnahme wird wegen der hohen Kosten gemeinhin nur für kurze Durchstichstrecken, wo man der Schiffahrt ein ruhiges Fahrwasser sichern will, in Betracht kommen, und auch die beiden Umgehungskanäle münden unterhalb der Stadt Breslau sogleich wieder in das gemeinsame Oderbett.

Die richtige Wahl der Schleusenabmessungen setzt ein Studium der Verkehrsverhältnisse, Größe der Schiffe und Dampfer u. a. m. voraus. Es kommt ferner auf die Gestaltung des Schleppbetriebes an, ob die Schleppdampfer die Schleusen mit passieren wollen oder ob sie — um die Schiffahrtsabgaben zu sparen — einen Pendelbetrieb zwischen den Staustufen einrichten. Ein solcher hat bisher z. B. am Hohenzollernkanal (Großschiffahrtsweg Berlin-Stettin)[3]) stattgefunden, während die Schleppdampfer der Strecke Hamburg-Berlin die ganze Strecke zu durchfahren pflegen, also alle Schleusen passieren oder nur einmal wechseln. Das wirtschaftliche Interesse der Reedereien und die Beschleunigung des Güterverkehrs ist hierbei maßgebend. Dementsprechend muß die Schleusenlänge eingerichtet werden, die Schleusenbreite hängt davon ab, ob nur normale Schiffe verkehren oder ob bei Verbindungskanälen zweier Stromsysteme Kanal- und Flußschiffe zugleich befördert werden sollen (Mittellandkanal, Elbe-Oder-Wasserstraße). Man sollte also diese Maße nicht eher festlegen, ehe man nicht die Betriebsgestaltung kennt, ebenso wie man auch die Einrichtungen eines Kraftwerkes endgültig nicht bestimmen kann, solange man nicht Klarheit über den Kraftabsatz und die Kraftverwendung geschaffen hat.

Aber auch zwischen Betriebstechnik und Verkehrsbedürfnis ergeben sich oft abweichende Forderungen. Nicht immer ist der Verkehr so umfangreich, daß er doppelte Abstieganlagen erfordert, aber oft gebietet die Rücksicht auf seine Sicherheit eine doppelte Einrichtung zu schaffen. Die Gefahr von Betriebstörungen durch Unfälle an den Schleusentoren, Umläufen, Maschinen, Sparbecken, Gründungen, Sturzbetten usw. ist immer vorhanden, und bei Wasserstraßen, die eine wichtige Verkehrs- und Lebensader zwischen Wirtschaftsmittelpunkten bilden, ist eine ständige Sorge, wenn nur Einzelanlagen ohne Ersatz bestehen. Daher ist die Forderung nach einer mehrfachen Sicherheit betriebstechnisch bei andauernden Angriffen und Beanspruchungen ausgesetzten Wasserbauwerken nur zu sehr begründet und oft Anlaß gewesen, dort zwei Abstiege zu schaffen, wo das Bedürfnis des Verkehrs mit der Leistung einer Schleuse durchaus gedeckt war. Inwieweit diese Frage auch für die Kanalisierung des Oberrheins Bedeutung hat, wird mit von den örtlichen Verhältnissen abhängen, insbesondere von dem geologischen und Untergrundbefunde. Jedenfalls sollte man bei den Schleusen, die immerhin, wie wir gesehen haben, erhebliche Gefälle aufweisen, nicht jene Maßnahmen verabsäumen, die in solchem Falle bei hohem Wasserdruck Vorbedingung sind: die Herstellung eines vollkommen dichten und standfest umrahmten Behälters, der gebildet wird aus den Schleusenkammern, der Gründungssohle und den Torabschlüssen. Es sollte, sofern das Bauwerk nicht auf Fels steht, möglichst eine einheitliche Grundplatte mit Eiseneinlagen geschaffen werden, die unter der ganzen Schleuse liegt, mit tiefreichenden Spundwänden eingefaßt ist und die mit dem aufgehenden Mauerwerk in eine innig straffe Verbindung durch Eisenbänder gebracht wird[4]). Die Durchbildung solcher Anlagen muß wie die der Schiffshebewerke auf klaren Linien aufgebaut werden. Wer es unternimmt, dabei verwickelte Bauweisen anzuwenden, mag ein guter Konstrukteur in Einzelheiten sein, aber er sieht nicht die großen Zusammenhänge der Kräfte und statischen Gesamtwirkungen, denen mit einfachen Mitteln begegnet werden muß.

Es würde zu weit führen, auf weitere Einzelheiten einzugehen, wie die Lage des Kraftwerkes zum Stromstrich und zur Schleuse, die aus betriebstechnischen Gründen erforderliche Länge der Schleusenkanäle u. a. m.[5]). Jedenfalls sollte es vermieden werden, Kraftwerk und Schleuse örtlich zu sehr zusammenzudrängen, damit ihr Betrieb sich nicht gegenseitig behindert.

Nur Weniges sei noch betont. Es handelt sich am Oberrhein um eine Stromstrecke, die teils auf deutschem, teils auf schweizerischem Hoheitsgebiet liegt. Das vereinfacht die Sachlage nicht, besonders, soweit die Kraftausnutzung in Betracht kommt, an der naturgemäß beide Länder teilhaben wollen. Ob man die Gesamtkraft teilt und auf jeder Seite des Stromes ein Kraftwerk errichtet mit halber Kraft, wie in Augst-Wylen, oder ob man bei einheitlichem Kraftwerk über die Verteilung Vereinbarungen trifft, sei dahingestellt, jedenfalls sollten in letzter Linie wasserwirtschaftliche, wirtschaftliche und betriebstechnische Gesichtspunkte, nicht politische gelten, um das Höchstmaß an Kraft aus der rohen Energie herauszuholen.

Ein Umstand wird leicht bei der Höhenfestlegung der maßgebenden Schwellen am Schleusendrempel, Wehr u. a. übersehen, das ist die Absenkung des Wasserspiegels beim Füllen der Schleusen, Ziehen der Wehrschützen oder Anlaufen der Turbinen. Die Wasserspiegellinie zeigt hierbei Absenkungen von 30 cm und mehr, ein Umstand, der für die Fahrtiefe der Schiffahrt vor den Schleusen von wesentlicher Bedeutung ist.

Die Höhe der Schleusenplattform ist nach den neuen oben erwähnten Festsetzungen auch mindestens 1,0 m über dem höchsten Stauspiegel gelegt. Dieses Maß ist mit Rücksicht auf Wandstau und Wellenschlag gering. Man hat am Hohenzollernkanal, bei dem dieses Maß allerdings nur 60 cm beträgt, Aufhöhungen und Brüstungsmauern nachträglich herstellen müssen, um die Betriebseinrichtungen vor Überflutungen zu schützen. Dieses Maß muß vor allem dann größer werden, wenn die elektrischen Antriebe der Tore, Umlaufschützen u. a. m. in Gruben unter der Plattform untergebracht werden sollen. Solche Gruben haben etwa 1,50 m und mehr Tiefe. Stehen sie unter Stauspiegel, so sind sie andauernd feucht, es sammelt sich Wasser darin, was für den Bestand der elektrischen Motoren, Leitungen, Klemmen usw. ungünstig ist. Diese vertiefte Lage soll, wie man betont, die Übersichtlichkeit auf der Schleuse erhöhen, was gewiß vorteilhaft ist, aber aus den angegebenen Gründen empfiehlt sich doch die Anordnung über Tag, die nicht wesentlich stört. [A 145] (Schluß folgt.)

[1]) Weiteres s. Mattern, Die Wasserstraßen, Häfen und Landeskulturarbeiten in Wirtschaft und Verkehr, Leipzig 1922 S. 248.
[2]) Weiteres s. Zentralbl. d. Bauverw. Bd. 39 (1919) S. 593.
[3]) Vergl. Z. Bd. 57 (1913) S. 1331 u. f.
[4]) Über solche Bauweise von Schiffschleusen für hohe Gefälle s. Ausführliches im Zentralbl. d. Bauverw. Bd 39 (1919) S. 289.
[5]) Es sei hier auf die Darlegungen in meinem Buche „Die Ausnutzung der Wasserkräfte", 3. Auflage, 1921 S. 617 hingewiesen.

Magazinschleifer und stetige Schleifer.

Von Ing. Fritz Hoyer, Cöthen (Anh.).

Allgemeines über neuere Großkraftschleifer. Magazinschleifer als großer Fortschritt der Großkraftschleifer gegenüber Mehrpressenschleifern. Der stetige Schleifer als grundlegende Umwälzung.

Allgemeines.

Seitdem die großen Druckpapierfabriken dazu übergegangen sind, sich den erforderlichen Holzschliff in der ganzen Menge oder doch zum größten Teil in eigenen Schleifereien herzustellen, ist das Bedürfnis nach großen Schleifmaschinen mit erheblicher Kraftaufnahme immer dringlicher geworden. Zunächst fand das seinen Ausdruck darin, daß man die bewährten Senkrechtschleifer neu entwarf und durch Vergrößerung der Schleifbreite sowie Erhöhung des Schleifdruckes und der Umfangsgeschwindigkeit für größere Kraftaufnahmen geeignet machte. Dieses Bestreben wurde namentlich auch durch die Erfindung des künstlichen Schleifsteines unterstützt, obgleich damit nicht gesagt sein soll, daß der natürliche Stein nicht ebensogut anwendbar wäre, wenn er auch für so große Beanspruchungen bedeutend mehr Sorgfalt in der Auswahl des Rohmaterials und Fachkenntnis verlangt. Man kann dann auch die Frage, ob natürlicher oder künstlicher Stein für diese großen Leistungen vorzuziehen ist, als noch unentschieden betrachten.

Bald zeigte sich, daß man auch mit den Mehrpressenschleifern am Ende war, denn die Kraftaufnahme auf eine Presse beträgt im höchsten Falle 400 PS, so daß man zur Ausnutzung großer Kräfte schon Vielpressenschleifer aufstellen mußte, die natürlich auch deren Nachteile aufweisen. Während man sich im allgemeinen mit drei, höchstens vier Pressen, begnügte, ist man in vereinzelten Fällen zu sechs Pressen bei 1 m Schleifbreite und darüber gegangen und kann dann auf einen Stein bis zu 2500 PS aufnehmen. Damit dürfte aber die Höchstleistung der Mehrpressenschleifer erreicht sein, denn mehr Pressen anzulegen, ist aus konstruktiven Gründen nicht angängig. Man könnte die Kraftaufnahme also höchstens durch Steigerung des Druckes oder durch Verbreiterung des Steines erhöhen. Beides ist aber bei den Mehrpressenschleifern bedenklich. Die Drucksteigerung darf besonders aus papiertechnischen Gründen nicht zu stark erhöht werden, man darf wohl sagen, daß man mit den heute angewendeten Pressendrücken bei hydraulischen Großkraftschleifern am Ende angelangt ist. Inwieweit noch eine Drucksteigerung für die Festigkeit des Steines zulässig sein würde, bleibt zu untersuchen, wenn man auch annehmen darf, daß hier der künstliche Stein günstiger abschneiden wird als der Naturstein, bei dem man bei den erforderlichen großen Abmessungen immer mehr Zufälligkeiten ausgesetzt sein wird. Für die Güte des Erzeugnisses ist allerdings der Unterschied zwischen Naturstein und Kunststein nicht von Bedeutung, da man mit beiden ein ganz gleichwertiges Erzeugnis herstellen kann.

Die Verbreiterung des Steines oder der Schleifbreite ist ebenfalls aus mehreren Gründen bei Mehrpressenschleifern nicht zu empfehlen, obwohl schon Maschinen mit 2,5 m Schleifbreite im Betrieb sind, und zwar sowohl mit Kunst- als auch mit Natursteinen. Diese Breite wird aber wohl auf die wenigen vorhandenen Maschinen beschränkt bleiben, da sie wesentliche Vorteile nicht bietet. Die beiden wichtigsten Gründe dafür sind die, daß bei den Mehrpressenschleifern keine praktisch durchführbare Möglichkeit besteht, die Pressen mechanisch zu beschicken, und daß die Verbreiterung des Steines aus technischen Gründen auf einige Schwierigkeiten stößt. Bei den Natursteinen kann allerdings die Schleifbreite vergrößert werden, es ist aber dabei in Betracht zu ziehen, daß mit wachsender Größe des Steines und damit des Rohblocks die Zufälligkeiten, von denen man abhängig ist, wachsen, wenn man nicht zu verwickelten Konstruktionen von zusammengesetzten Steinen greifen will. Bei Kunststeinen besteht die Möglichkeit der Verbreiterung wohl ebenfalls, da man ja schließlich nur mehrere Steine von gewisser Breite nebeneinander auf die Welle zu setzen braucht. Die Fuge zwischen den einzelnen Steinen kann leicht verkittet werden, da sie nur wasserdicht zu sein braucht, aber mechanisch in keiner Weise beansprucht wird. Die künstlichen Steine aus einem Stück in größerer Breite als 1 m anzufertigen, ist aus fabrikatorischen Gründen, die hier nicht näher erörtert werden können, nicht angängig. Die Frage der Steinverbreiterung würde also zunächst von den Steinlieferungsfirmen zu lösen sein. Aus mechanischen Gründen ist die Vergrößerung der Schleifbreite aber ebenfalls nicht ohne Bedenken, denn man muß bei der zunehmenden Breite immer in erhöhtem Maße mit einer Durchbiegung der Welle rechnen. Man kann dieser Gefahr dadurch begegnen, daß man die Steinwelle entsprechend ausbildet und berechnet; man wird aber dann sehr schwere Wellen erhalten.

Mehrpressenschleifer haben aber auch einen Nachteil, der auf Gründen der Herstellung und des Betriebes beruht. Durch den Pressenwechsel nach jedem Niederschleifen lassen sich Schwankungen nicht vermeiden, die aber in gewissen Grenzen durch entsprechende Regler ausgeglichen werden können; vollkommen gelingt das indessen bekanntlich nicht. Außerdem wird die Regelung dann verwickelt, da es sich nicht um eine einfache, sondern um eine zusammengesetzte handelt, wenn man einen Erfolg erreichen will. Man muß dann nämlich eine Druck- und eine Geschwindigkeitsregelung anwenden, erstere für den Schleifer, letztere für den Motor. Es wird immer einige Schwierigkeiten bereiten, diese beiden so gegeneinander abzustimmen, daß sie die Schwankungen praktisch unschädlich machen. Viele Patente und Versuche beziehen sich auch gerade auf diesen Gegenstand. Es liegt also nahe, daß man auch auf diesem Gebiet eine Vereinfachung suchen muß.

Abb. 1. Magazinschleifer von J. M. Voith.

Magazinschleifer.

Einen großen Fortschritt im Großkraftschleiferbau bedeuteten daher die Magazinschleifer von J. M. Voith, Heidenheim a. Brenz, die

nur zwei, aber sehr große Pressen haben und mechanisch beschickt werden, Abb. 1. Die Magazinschleifer lassen sich allerdings bezüglich der Belastung und Leistung nicht in jeder Größe ausführen, bedeuten aber unter allen Umständen eine große Vereinfachung des Betriebes. Genau genommen liegt das praktische Anwendungsgebiet nur zwischen 800 und 1200 PS Kraftaufnahme auf einen Stein. Es erscheint auch fraglich, ob sich diese Leistung noch erhöhen lassen wird, da eine Vergrößerung des Pressendruckes aus den oben aufgeführten Gründen nicht mehr wirtschaftlich sein dürfte und eine Verbreiterung des Steines weit über 1 m auch hier gewisse Bedenken auslösen muß, obgleich sie leichter durchführbar erscheint, da infolge der beiden, sich genau gegenüberliegenden Schleifpressen etwa auftretende axiale Kräfte durch die Pressendrücke aufgehoben werden. Die axialen Kräfte in senkrechter Richtung sind aber als nicht so gefährlich anzusehen, da hier keine Pressendrücke wirken, sondern nur das Gewicht des Steines. Bei den mehrpressigen Schleifern (3, 4, 5 und 6 Pressen) jedoch heben sich die Drücke der Pressen nicht gegenseitig auf, sondern wirken alle diagonal nach unten, so daß eine ganz beträchtliche Belastung der Lager und Beanspruchung der Welle auf Biegung zustande kommt.

Es würde indessen technisch keine unüberwindbaren Schwierigkeiten bereiten, wenn man die Welle so ausbildet, daß eine Verbreiterung des Steines und damit der Schleifbreite und der Kraftaufnahme möglich wäre.

Die Hauptvorteile des Magazinschleifers liegen aber auf anderem Gebiete. Grundsätzlich ist auch der Magazinschleifer ein hydraulisch belasteter Großkraftschleifer und bietet infolgedessen auch die Vorteile dieser Maschinen. Ihr Hauptvorzug besteht darin, daß man die Pressen mechanisch beschicken kann. Man kann sich dadurch nicht nur von der Zuverlässigkeit und Aufmerksamkeit der Arbeiter unabhängig machen, die erfahrungsgemäß in der Nachtschicht immer sehr nachlassen, auch die Bedienung wird erleichtert und vereinfacht. Das selbsttätige Füllen der Pressen verhindert also, daß diese infolge unachtsamer Bedienung längere Zeit leer laufen. Es werden dadurch alle Ursachen von Schwankungen im Betriebe vermieden, die besonders durch eine unzuverlässige Bedienung entstehen. Durch mechanische Beschickung der Magazine, aus denen sich die Pressen selbsttätig füllen, wird aber die Bedienung sehr erleichtert, da das Magazin mit Hilfe von Selbstgreifern und anderen mechanischen Beschickungsanlagen gefüllt werden kann. Dadurch ist man auch in der Lage, Rollen von 1 m Länge zu verschleifen, und ist auch schon bis zu 1,2 m gegangen. Es würden also von dieser Seite keine Schwierigkeiten entgegenstehen, die eine Vergrößerung der Schleifbreite unmöglich machen oder erschweren.

Diese erleichterte Bedienung bewirkt also, daß in jeder Weise der Betrieb vereinfacht und an Lohn gespart wird, da ein Arbeiter eine ganze Anzahl solcher Anlagen überwachen kann. Dadurch, daß die Höhe des Magazines keinen engen Grenzen unterliegt, kann man gut für eine ganze Schicht Vorrat an Schleifholz schaffen, so daß die Speicher nur in längeren Zwischenräumen beschickt zu werden brauchen. Auch bezüglich der Dicke der Holzrollen sind wesentlich weitere Grenzen gezogen als bei Vielpressenschleifern, bei denen man immer der Größe der Einlegeöffnungen an den Schleifkästen Rechnung tragen muß; man wird also bei den Magazinschleifern viel weniger Anlaß haben, dicke Rollen zu spalten.

Ein ganz besonderer Vorteil des Magazinschleifers mit zwei Pressen liegt aber in dem viel selteneren Pressenwechsel, da jede der beiden Pressen bis zum Niederschleifen etwa 40 min braucht, während das Füllen einer leergeschliffenen Presse, vom Zurückziehen bis zum festen Anliegen an das nachgefallene Holz, nur etwa ½ min dauert, sich also praktisch kaum bemerkbar macht. Beim Vielpressenschleifer, bei dem die Rollen von Hand eingelegt werden müssen, ist hierzu ein Mehrfaches dieser Zeit und außerdem ein großer Kraftaufwand erforderlich, da die Rollen mitunter sehr schwer sind. Eine niedergeschliffene Presse läuft dann immer eine geraume Zeit leer, was sich natürlich um so ungünstiger bemerkbar macht, als das Leerschleifen der Pressen an und für sich viel schneller geht, und der Pressenwechsel infolgedessen in viel kürzeren Zwischenräumen erfolgen muß. Bei nicht aufmerksamer Bedienung kann sogar der Fall eintreten, daß zwei Pressen zu gleicher Zeit leer geschliffen sind; daß hierbei die Anforderungen an Druck- und Geschwindigkeitsregler sehr groß sind, liegt auf der Hand.

Da beim Magazinschleifer die Pressen vollkommen selbsttätig, also ohne einen Handgriff des Arbeiters umgesteuert werden, ist man vollständig unabhängig von dessen Aufmerksamkeit. Es besteht auch kaum die Möglichkeit, daß beide Pressen zugleich leergeschliffen sind, vorausgesetzt, daß das Magazin stets genügend gefüllt ist, und daß die Rollen nicht klemmen. Das letztere kann allerdings mitunter eintreten, indem sich sogenannte Brücken bilden; man hat aber diesem Nachteil durch geeignete Vorrichtungen zu begegnen gewußt.

Der Vorteil des seltenen Pressewechsels ist klar. Schon bei den Vielpressen-Großkraftschleifern zeigte sich eine ganz bedeutende Verfeinerung des Stoffes, die besonders in einer Verringerung des Raffineurstoffes besteht. Dieser Vorteil wird bekanntlich durch das Heißschleifen erzielt, das mit den alten Schleifern nicht, wenigstens nicht in dem heute durchgeführten Maße, möglich war, da deren Pressenvorschub-Vorrichtungen nicht für den dazu erforderlichen hohen Druck geeignet waren und auch die Steingeschwindigkeit nicht den Anforderungen entsprach. Das Heißschleifen beruht ja nun allerdings nicht nur auf diesen beiden Umständen, sondern auch vor allen Dingen auf dem Schleifen mit wenig Wasser, so daß sich Stein und Stoff erhitzen. Die Vorteile dieses Erhitzens bestehen in einer mechanischen und in einer chemischen Einwirkung. Der mechanische Einfluß macht sich dadurch bemerkbar, daß durch die Einwirkung des Wasserdampfes der Holzkörper gelockert wird, der chemische Einfluß dadurch, daß ein Teil der Inkrusten des Holzes gelöst wird, also ähnlich der Einwirkung des Dämpfens oder Kochens bei der Braunholzfabrikation zur Geltung kommt. Da auch der Magazinschleifer ein solcher Heißschleifer ist, so bietet er die gleichen Vorteile. Es kommt aber bei ihm noch dazu, daß durch das Verfahren die im Magazin aufgestapelten Hölzer erwärmt werden; dies macht sich besonders im Winter sehr günstig dadurch bemerkbar, daß das gefrorene Holz aufgetaut und somit die Raffineurstoffmenge erniedrigt wird.

Bei den Mehrpressen-Großkraftschleifern kann man durchschnittlich rechnen, daß für 100 kg lufttrockenen Stoff in 24 h etwa 6 bis 8 PS aufzuwenden sind, unter besonders günstigen Verhältnissen sinkt der Kraftverbrauch auch auf 5½ PS, kann aber bei der Erzeugung feinsten Heißschliffes auch auf 8 bis 10 PS steigen. Diese Kraftverbrauchszahlen beziehen sich auf verkauffähigen Stoff, also einschließlich aller Nebenmaschinen. Die Leistung beträgt also 12,5 bis 16,5 bzw. 10 bis 12,5 kg/PS.

Beim Magazinschleifer ist der Kraftverbrauch noch geringer und beträgt im allgemeinen 5,9 bis 7,2 PS für 100 kg lufttrockenen Stoff in 24 h, je nach der Feinheit, so daß man mit 1 PS 14 bis 17 kg herstellen kann. Diese günstigen Kraftverbrauchs- bzw. Leistungszahlen können natürlich von den alten Schleifern unter keinen Umständen erreicht werden.

Der geringe Anfall an Raffineurstoff, durch den sich der Magazinschleifer besonders auszeichnet, ergibt sich besonders auch aus dem geringen Pressenwechsel und aus dem Umstand, daß starke Rollen auch ungespalten verschliffen werden können. Dadurch wird es auch viel seltener erforderlich, frische Flächen an die Hölzer anzuschleifen.

Über die Bauart des Magazinschleifers ist noch zu sagen, daß die Preßkästen, die an den Preßzylindern befestigt sind, das Holz an den Stein anpressen. Der Hub dieser Preßzylinder ist etwa doppelt so hoch wie bei einem neuzeitlichen Großkraft-Vielpressenschleifer. Die Schleiffläche selbst ist wesentlich größer als bei allen andern neuzeitlichen Maschinen, einschließlich der neuesten stetigen Schleifer, die nachstehend erwähnt werden, da sie von den Querträgern der auf dem Scheitel des Steines liegenden Schärfmaschine bis zu den unter den Preßzylindern angeordneten Nachstellplatten reicht, während beim Vielpressenschleifer höchstens ⅔ des Steinumfangs als Schleiffläche wirksam gemacht werden können.

Das Holz wird aber nicht nur in der Fläche des Preßzylinders angedrückt, sondern auch noch über dessen Oberkante hinaus, da sich der Druck von den Preßkasten auf die Holzrollen überträgt. Das Magazin ist senkrecht über dem Stein angeordnet und kann je nach den örtlichen Verhältnissen 6 bis 8 m Höhe erhalten, es kann also bei einem Meterschleifer 30 bis 40 m³ Holz aufnehmen, was einem Vorrat für 1 bis 2 Schichten entspricht. Das Magazin braucht also verhältnismäßig selten beschickt zu werden, was mittels Einlegevorrichtungen, Greiferzangen usw. durch die Holzplatzarbeiter oder bei sehr großen Anlagen durch besonders zu diesem Zweck angestellte Leute erfolgen kann.

Im großen und ganzen arbeitet also der Magazinschleifer ganz selbsttätig, da er weder zum Pressenfüllen noch zum Umsteuern von dem Aufsichtspersonal einen Handgriff verlangt. Man wird höchstens von Zeit zu Zeit den Stein schärfen müssen; dies kann in kürzester Zeit während des Betriebes erfolgen, da die hydraulisch angetriebene Steinschärfmaschine über dem Stein angebracht ist und nur leicht über den Stein geführt zu werden braucht. Der Schleifmeister kann also die Schärfe des Steines

stets mit Leichtigkeit so halten, wie es für den jeweils erwünschten Stoff erforderlich ist.

Die Regelung besteht auch bei dem Magazinschleifer aus einer Druck- und einer Geschwindigkeitsregelung, die gegeneinander so abgestimmt sein müssen, daß alle Schwankungen im Betrieb auf das geringste Maß beschränkt bleiben. Bei Anlagen mit nur einem Schleifer wird sich das allerdings in der erwünschten vollkommenen Weise kaum erzielen lassen, da eben bei dem, wenn auch nur kurze Zeit dauernden Umsteuern und Füllen der Pressen die gesamte freiwerdende Kraft, also die gesamte aufzunehmende Kraft von der anderen arbeitenden Presse aufgenommen werden muß. Bei Anlagen mit mehreren solcher Schleifer hingegen werden die Verhältnisse viel günstiger, so daß sich Schwankungen praktisch kaum mehr bemerkbar machen. Alle Geräte werden dann nämlich von einer Zentralstelle aus gesteuert, so daß beim Umsteuern einer Presse die freiwerdende Kraft auf alle anderen arbeitenden Pressen übertragen wird. Bei einer Großkraftschleiferei mit 10 solchen Magazinschleifern,

Abb. 2. Stetiger Schleifer von J. M. Voith für 1 m Holzlänge.

wie sie schon im Betriebe sind, teilen sich dann also 19 Pressen n die freiwerdende Kraft von etwa 400 bis 500 PS, so daß auf eren jede nur etwa 20 bis 25 PS kommen; dies macht sich kaum emerkbar, da es nur eine Mehrbelastung von etwa 5 vH beeutet. Außerdem tritt noch der Vorteil hinzu, der sich allerings auch bei Anlagen mit mehreren Vielpressenschleifern zeigt, aß die Regelung um so feiner arbeitet, je mehr Pressen sie zu berwachen hat. Die durch die Magazinschleifer zu erzielenden 'orteile sind also ganz beträchtlich und machen sich besonders urch höhere Erzeugung und bessere Güte des Stoffes bemerkbar.

Die Magazinschleifer eignen sich aber nur für große Kräfte, a sie in kleineren Ausführungen als für 800 bis 1000 PS Kraftufnahme nicht wirtschaftlich sind.

Stetige Schleifer.

Eine weitere Vervollkommnung der Großkraftschleifer tellt der stetige Schleifer dar, der in vielen Beziehungen dem Iagazinschleifer überlegen ist. Für die Bauart des stetigen chleifers waren verschiedene Gesichtspunkte maßgebend, die ohl zum Teil schon beim Magazinschleifer ihre Geltung genden hatten, zum Teil aber auf dem Bestreben beruhen, den chleifer ganz ununterbrochen mit Holz zu beschicken. Anderits war man natürlich auch bestrebt, den Pressenwechsel, der it seinen Nachteilen, wenn auch nicht in so empfindlicher Veise wie bei den Vielpressenschleifern, bei dem Magazinchleifer nicht zu umgehen war, ganz zu vermeiden.

Diese beiden Bestrebungen: ununterbrochene Beschickung der Schleifpresse und Wegfall jeden Pressenwechsels können beide als fast so alt wie die Holzschleiferei selbst bezeichnet werden, ohne daß es bisher gelungen wäre, ihnen auch nur einigermaßen gerecht zu werden. Erst der stetige Schleifer brachte eine Lösung der Aufgabe in vollkommenster Weise. Infolgedessen ist auch dieser Großkraftschleifer mit stetiger Holz-

Abb. 3 und 4. Stetiger Schleifer für 2 m Holzlänge.

anpressung berufen, eine Umwälzung in der ganzen Holzschleiferei hervorzurufen, da er allen anderen Großkraftschleifern gegenüber einschließlich der Magazinschleifer, außerordentlich viel Vorteile aufweist, die sich sowohl auf papiertechnischem als auch auf betriebstechnischem Gebiete bemerkbar machen.

Der von J. M. Voith in Heidenheim a. Brenz gebaute stetige Schleifer, Abb. 2 bis 4, vermeidet das schon bei dem Magazinschleifer auf ein Mindestmaß beschränkte Wechseln der Pressen und die damit zusammenhängenden Unzuträglichkeiten vollkommen, da er nur eine, aber sehr große

und breite Presse besitzt, die senkrecht über dem Scheitel des Steines liegt. Der Holzvorschub erfolgt bei diesem Schleifer nicht mehr hydraulisch, sondern durch eigenartig geformte Ketten, die in den seitlichen Magazinwänden geführt werden. Der Antrieb dieser Ketten ist zwangläufig und erfolgt durch ein Schneckenrad von der Welle des Schleifers aus. Die Kette ist so geformt, daß das Holz als geschlossenes Ganzes an den Stein herangeführt wird, so daß der Schleifvorgang vollkommen gleichmäßig gestaltet werden kann. Durch die Form der Kette wird der Vorschub vermindert und somit gleichzeitig die Holzsäule von oben nach unten verdichtet. Es werden auch die mittleren Hölzer mit gleichmäßigem Vorschub dem Steine zugeführt

Die besonderen Vorteile dieses Schleifers bestehen darin, daß er ohne weiteres auch für 2 m lange Hölzer gebaut werden kann, wodurch die Anlage sehr verbilligt und vereinfacht wird. Dadurch, daß auch das stärkste Holz nicht geteilt zu werden braucht, wird auch Holz gespart, was sich selbst bei den sparsam arbeitenden Bandsägen noch sehr bemerkbar macht. Dem Magazinschleifer gegenüber hat der stetige Schleifer allerdings den Nachteil, daß die Holzauflagerfläche, d. h. die Schleiffläche, kleiner ist, es entfällt aber, wie schon erwähnt, jeder Pressenwechsel, so daß die spezifische Belastung dieser einen großen Presse höher gewählt werden kann. Durch den Wegfall des Pressenwechsels wird der Stoff viel gleichmäßiger, da die Belastung der Schleiffläche an allen Stellen gleich ist, während beim Magazinschleifer der untere Teil der Holzauflagerfläche naturgemäß unter einem höheren Druck steht, als der obere Teil rechts und links der Steinschärfmaschine, der seinen Druck nur durch Übertragung von den Pressen erhält. Besonders für das Heißschleifen ist dieses Gerät, das ebenso wie der Magazinschleifer nur für große Kräfte bestimmt ist, sehr geeignet. Man kann auf ihm infolge des bequemen Einlegens der Hölzer auch Rollen bis zu 2 m Breite verschleifen, und zwar auf entsprechend ausgerüsteten Steinen, die ein Durchbiegen der Welle unmöglich machen, was naturgemäß vermieden werden muß und immer einige Schwierigkeiten machen wird, da der gesamte Druck auf die Welle senkrecht nach unten wirkt und die Einzeldrücke sich nicht wie beim Magazinschleifer gegenseitig aufheben.

Die Zuführungsketten tragen Kniehebel oder Stelzen, die das Holz mit großen Auflageflächen, also ohne es zu zersplittern, sicher fassen und unter Verdichtung der Holzsäule dem Stein zuführen. Man kann also die beiderseitigen Ketten mit ihren Stelzen als eine Reihe von fortlaufenden Preßplatten der bisherigen Vielpressenschleifer auffassen.

Ein anderer Vorteil gegenüber dem älteren Magazinschleifer besteht in der leichten Zugänglichkeit der Steinschärfmaschine, sowie in dem überaus einfachen und bequemen Steinwechsel. Die Schärfmaschine liegt nicht mehr am Scheitel des Steines, sondern wied8r wie bei den älteren Vielpressenschleifern unter seiner Mitte.

Da jeglicher Pressenwechsel wegfällt, kann man durch Regelung die Belastung vollkommen gleichmäßig und gleichbleibend gestalten. Beim Heißschleifen macht es ebenfalls keine Schwierigkeiten, den Stein durch den Einbau von Staubrettern besonders tief im Stoffe waten zu lassen.

Außer durch das Spritzrohr, das von der Presse auf den Stein unmittelbar wirken kann, kann beim Heißschleifen noch heißes Stoffwasser mit oder ohne Erdzugabe in den oberen Teil des Magazins zwischen das Schleifholz gegeben werden. Die anfallenden Späne können ebenfalls oben in das Magazin wieder eingelegt und so vollständig mit verschliffen werden, daß der Anfall an sogenanntem Sauerkraut fast gleich Null wird und alle dadurch entstehenden Holzverluste und anderen Nachteile vermieden werden.

Da bei diesem Werkzeug alle Kolbendichtungen, Steuerhähne, Steuergeräte, Druckpumpen, Akkumulatoren und überhaupt alle Teile wegfallen, die bei den hydraulischen Schleifern, also auch bei den bisher üblichen Magazinschleifern, nötig waren, so ist nicht nur die Bedienung, sondern auch die Unterhaltung der Geräte einfach und billig.

Die Presse wird wie beim Magazinschleifer von einem Bedienungsboden aus gefüllt. Die Kniehebelketten greifen auf der Längsseite der Holzrollen an und bringen die Holzsäule von der losen Schichtung beim Einlegen der Hölzer nach dem Stein zu allmählich auf die dem Schleifdruck entsprechende Pressung.

Die Regelung des stetigen Schleifers ist einfacher als bei allen anderen Geräten, da sie nur eine einfache mechanische Regelung darstellt. Sie wird lediglich durch schnelleren oder langsameren Gang der Kette erzielt.

Der von den stetigen Schleifern hergestellte Stoff zeichnet sich durch besonders lange, zelluloseartige Fasern aus und weist nur geringe Mengen von Splittern auf. Das hat seine Ursache in der großen geschlossenen Schleiffläche und in dem Wegfall jeglichen Pressenwechsels. Demzufolge fällt auch nur wenig Raffinieurstoff an und die Sortierung wird einfacher.

Die Bauart der Geräte ist einfach, da die vielgestaltigen Pressen mit ihren Steuerungen und Regelungen wegfallen. Das ganze Gerüst des Schleifers kann daher vorteilhaft aus Fassoneisen gebaut werden, was den Vorteil hat, daß Verziehen und Brüche vollkommen ausgeschlossen sind.

Weitere Anwendungsgebiete des stetigen Schleifers.

Nach diesen Ausführungen ist das Anwendungsgebiet der stetigen Schleifer noch bei weitem nicht erschöpft. Nach Patenten der Firma J. M. Voith in Heidenheim a. Brenz kann das Verfahren auch für Längs- und Diagonalschliff verwendet werden.

Bekanntlich hat der auf Längs- und Diagonalschleifern hergestellte Stoff viele Vorzüge, besonders ist er langfaseriger und somit für die Papierherstellung von höherem Wert als der gewöhnliche Querschliff. Daß der Längs- und Diagonalschliff bis heute aber weiter keine größere Verbreitung gefunden hat, liegt in technischen Hindernissen und besonders darin, daß die bisher bekannten Längs- und Diagonalschleifer nur kleine Kräfte aufzunehmen vermochten.

Der Längsschliff entsteht nun dadurch, daß das Holz in seiner Längsrichtung an den Stein gepreßt wird. Damit dabei die Rolle gleichmäßiger aufgearbeitet werden kann, muß der Preßkasten durch besondere mechanische Vorrichtungen hin und her bewegt werden, so daß die Rolle in ihrer ganzen Länge über die Schleiffläche geführt wird. Man hoffte, auf diese Weise eine längere Faser zu erzielen, was auch in gewissem Grade zutrifft. Der Erfolg war aber bisher trotzdem nicht so, daß der Längsschliff in weiten Kreisen eingeführt werden konnte. Die Gründe dafür sind in konstruktiven Schwierigkeiten zu suchen, die aber wie sich weiter unten zeigt, auch als überwunden gelten können so daß es gelingen wird, die Herstellung des Längsschliffes brauchbar und wirtschaftlich zu gestalten.

Der Diagonalschliff ist dadurch gekennzeichnet, daß die Holzrolle in einem Winkel zur Schleiffläche angepreßt wird. Zu diesem Zwecke kann man aber nicht den Umfang des Steines als Schleiffläche verwenden, sondern nur die Seitenflächen. Daraus ergeben sich aber Nachteile, die besonders auch in der Schwierigkeit des Antriebes des meist wagerecht laufenden Steines zu suchen sind.

Abb. 5. Längsschleifer mit stetigem Vorschub des Holzes.

Abb. 8 und 9. Diagonalschleifer mit wagerechter Achse.

Abb. 6 und 7. Diagonalschleifer mit senkrechter Achse.

Aber auch diese Schwierigkeiten können nach den Konstruktionen von J. M. Voith als überwunden bezeichnet werden.

Die Abb. 5 bis 9 zeigen schematisch einige Ausführungen dieser stetigen Schleifer; bei ihnen läßt sich das Holz mit einem beliebigen Winkel zur Faserrichtung schleifen. Ferner lassen sich bei allen Ausführungen auch mehrere Holzzuführungsschächte anschließen. Weitere Fortschritte in der Holzschliffgewinnung sind in der letzten Zeit gemacht worden durch neuere Verfahren, die ein eigentliches Schleifen vermeiden und ganz besonders zur Verwertung von Abfallholz und minderwertigem Holz geeignet sind. [A 148]

RUNDSCHAU.

Meßgeräte.

Großgasmesser.

Im Wiener Verein von Gas- und Wasserfachmännern hielt Ingenieur I. Lininger am 14. November 1923 einen Vortrag über einige Groß-asmesserbauarten[1]). Einige bemerkenswerte Angaben seien hier her-usgegriffen und nach neueren Erfahrungen ergänzt.

Die größten bisher gebauten Gasmesser für 150 000 m³ Tages-eistung genügen für die heute erheblich größere Gaserzeugung von ias- und Hüttenwerken nicht mehr, ihre Anschaffungskosten sind zu-lem fast unerschwinglich, infolge ihrer bedeutenden Abmessungen nüssen sie in besonders errichteten Gebäuden oder Anbauten unter-:ebracht werden, ihre Eichung ist kaum durchführbar. Der Ersatz lieser unförmlichen Gasmesser ist daher eine Forderung der Zeit; er :ann geschehen durch:

1. Hauptstrommesser, indem man die unmittelbare Mengen-iessung durch Geschwindigkeitsmessung ersetzt, dabei Dichteänderun-en aber nicht berücksichtigt.

2. Teilstrommesser, indem in einer Umleitung ein zum Hauptstrom verhältnisgleicher Teilstrom durch geeignete Einrichtungen gemessen wird.

Abb. 1.
Hauptstrom-Gasmesser mit Staurohr und Zählwerk.

Die Hauptstrommesser beruhen auf der Messung des lynamischen Druckes (Geschwindigkeitsdruck p_d), d. h. der größten Drucksteigerung, die in einem Gasstrom vor einem Hindernis auftritt; ie ergibt sich aus:

$$p_d = \frac{\gamma w^2}{2 g},$$

vorin

w die Stromgeschwindigkeit in m/s,
γ das Raumgewicht des Gases in kg/m³,
g die Erdbeschleunigung in m/s² bedeutet.

Das Hindernis kann gebildet werden durch:

a) Stauröhre von Prandtl, Brabbée oder Rosenmüller mit dem Beiwert von rd. 1,00, der bei turbulenter Strömung um 4 bis 5 vH höher liegt[2]).

b) Düsen mit Beiwerten von 0,94 bis 0,96 je nach Abrundung und Länge[3]), bei turbulenter Strömung schwanken die Düsenbeiwerte zwischen 0,7 bis 1,00 regellos.

c) Stauränder mit Beiwerten, die von dem Öffnungsverhältnis $m = \frac{f}{F}$ abhängen[4]). Nach neuesten umfangreichen amerikanischen Versuchen[5]) würde die a. a. O. unter Abb. 5 u. 6 wiedergegebene Kurve nur geringe Veränderung erfahren. Turbulenz stört auch hier wie bei den meisten Messungen die Beiwerte erheblich, daher ist eine sorgfältige Auswahl des Meßquerschnittes erforderlich.

d) Venturirohre, deren Beiwert von dem Einschnürungsverhältnis und der Form abhängig ist[6]).

e) Ventile mit gleichbleibender Schließkraft.

Teilstrommesser. Ein dem Hauptstrome verhältnisgleicher Teilstrom stellt sich ein, wenn in der Hauptleitung zwischen Aus- und Einmündung der Umgangleitung und in dieser selbst gleicher Druckabfall auftritt. Man erreicht dies durch Einbau von Düsen, Staurändern oder Venturirohren mit gleichem Öffnungsverhältnis für Haupt- und Teilstromleitung. Die Beiwerte fallen wegen der Ähnlichkeit der Staugerätpaare heraus. Die Teilstrommenge ist daher dem Öffnungsverhältnis der eingebauten Hindernisse unmittelbar verhältnisgleich.

Zur Messung des Teilstromes dienen Gasuhren, ähnlich Hausgasmessern. Die Abgleichung des durch die Gasuhren bedingten Druckverlustes, der das Meßergebnis fälschen würde, wird durch Druckregler in Form von Glocken, Klappen oder Kegelventilen erreicht. Die Abgleichung läßt sich in einfacherer Weise mit praktisch hinreichender Genauigkeit auch durch geringe Abweichung vom gleichen Öffnungsverhältnis beim Teilstrom erreichen, wodurch die Geräteanordnung wesentlich einfacher und übersichtlicher wird.

Abb. 2. Mengenschreiber mit Membranbalgen.

Als Beispiel für einen Hauptstrommesser mit Staurohr und Zählwerk diene der schon in dieser Zeitschrift[7]) beschriebene und in Abb. 1 noch einmal wiedergegebene Gasmesser von R. Fueß in Berlin-Steglitz. Das Staurohr erfaßt nur einen Gasstrahl, dessen Größe durch Versuche sorgfältig ausgewählt werden muß, wenn man Absolutwerte erhalten will. Der Gasmesser selbst kann natürlich auch an Düsen, Stauränder oder Venturirohre unter Berücksichtigung ihrer Beiwerte geschaltet werden.

Die Anwendung vollkommener Düsen findet man nur selten; sie werden meist in stark verkürzter Form und der hohen Kosten wegen nur bei kleineren Rohren eingebaut. Der von den ausführenden Firmen angenommene Beiwert ist nicht bekannt, er wird in die Einteilung der Meßgeräte hineingeeicht und damit der kritischen Beurteilung entzogen.

Meßgeräte, die von dem Druckabfall an Staurändern betätigt werden, sind nach $\sqrt{h}$ mit Einrichtungen für verhältnisgleiche Teilung geeicht. Ein neuer, mit Membranbalgen ausgerüsteter Mengenschreiber

[1]) Zeitschrift des Vereines von Gas- und Wasserfachmännern, Wien Bd. 63 (1923) Heft 11/12.
[2]) Vergl. Forschungsarbeiten Heft 240.
[3]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 584 und Forschungsheft 267.
[4]) Vergl. Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 4 (1923) S. 63.
[5]) „Mechanical Engineering", Bd. 45 (1923) S. 342 und 399.
[6]) Germer, Die Venturimessung. Bopp & Reuther.
[7]) Bd. 59 (1915) S. 895.

der Askania-Werke, A.-G., Bambergwerk, Berlin-Friedenau, ist in Abb. 2 dargestellt. Die Membran legt sich bei wachsender Geschwindigkeit an eine durch Schrauben in Parabelform gehaltene Feder, wodurch die gleichteilige Aufzeichnung von $\sqrt{h}$ erzielt wird. Die Schreibfeder zeichnet den Geschwindigkeitsverlauf in geradlinigen Ordinaten auf ablaufendes Papier mit selbsttätiger Aufwicklung. Durch ein eingebautes Planimeter (nicht dargestellt) kann die Gasmenge gezählt werden. Da träge Flüssigkeiten vermieden sind, erfolgt die Aufzeichnung aperiodisch gedämpft.

Einen Venturimesser der Siemens-Bauart, wie sie ähnlich mit abgeänderter Venturirohrform von Bopp & Reuther, Mannheim, hergestellt wird, zeigt Abb. 3. Die parabolische Verdrängerform gibt mit der Geschwindigkeit verhältnisgleiche Ausschläge des magnetisch gekuppelten Schreib- und Zeigerwerks. Abb. 4 gibt eine neue Form eines Durchflußmessers wieder. Der Ventilteller und der hydraulische Ventilstangenabschluß sind über einen Wagebalken ausgeglichen. Die Bewegung der Ventilstange wird auf ein Planimeterzählwerk übertragen. Eine Schreibvorrichtung fehlt. Durch eine die Planimeterradachse beeinflussende Steuerkurve wird der durch erhöhte Spaltgeschwindigkeit, also zu geringe Ventilöffnung hervorgerufene Fehler bei wachsender Gasgeschwindigkeit aufgehoben.

Abb. 3. Venturimesser, Bauart Siemens.

Als Beispiel für einen Teilstrommesser diene die in Abb. 5 gezeigte Ausführungsform mit Venturirohren, die an der engsten Stelle des Hauptrohres zusammentreffen. Die durch eine Feder belastete Klappe in der Hauptleitung hat die Aufgabe, den Druckverlust um so viel zu vergrößern, daß der Druckabfall im Gasmesser ausgeglichen wird. Die Drücke vor den Querschnittsverengungen werden außerdem durch einen auf die Umleitung wirkenden Druckregler genau abgestimmt.

Abb. 4. Durchflußmesser, neue Form.

a Tellerventil
b Balken mit Laufgewicht c
d Gewicht
e_1 und e_2 hydraulische Abschlüsse
f Gelenk mit Hebel
g Winkelhebel
h Rolle, die an Schablone i läuft
k Reibscheibe, die auf Reibscheibe l läuft
m Motor
n Hohlwelle des Zählwerkes
p Flüssigkeitsbremse.

Die einfachere Lösung mit nicht genau verhältnisgleichem Öffnungsverhältnis zweier Stauränder in Haupt- und Umgangleitung und einem feinfühligen Gasmesser in der Umgangleitung wird in Verbindung mit einer Gasuhr und dem in Abb. 2 abgebildeten Mengenschreiber durch die Askania-Werke ausgeführt. Hierbei läßt sich neben der Überwachung des Verlaufes der Gasabgabe die Menge des abgegebenen Gases feststellen. Eine solche Anlage stellt daher einen vollwertigen Ersatz eines Gasmessers dar, übertrifft diesen sogar noch durch die Aufzeichnung des Gasverbrauchs und bietet den unschätzbaren Vorzug der Unabhängigkeit von der Größe der Gaserzeugung, da diese lediglich für die Wahl der Staurandabmessungen maßgebend ist.

Gegen die Verwendung von Staurändern, die sich mit geringen Kosten herstellen und bei eintretender Vermehrung der Gaserzeugung leicht erweitern lassen, wird der an ihnen auftretende hohe Druckverlust oft ins Feld geführt. Nimmt man einen Mengenschreiber für $\sqrt{h} =$ was einem größten Druckgefälle von 25 mm am Staurand bei höchster

Abb. 5. Teilstrommesser.

Gasmenge entspricht, so gewinnt man etwa 40 vH des Druckabfalles nach dem Durchfluß durch die Einschnürungsstelle wieder, das sind 10 mm W.-S.; der tatsächlich vorhandene größte Druckverlust beträgt dann bei durchströmender Höchstmenge, also bei voller Ausnutzung des Meßbereichs, $25 - 10 = 15$ mm W.-S. Da die Höchstmenge aber nur selten erreicht wird, treten durchschnittlich erheblich geringere Druckverluste auf.

Bei Düsen und Venturirohren betragen die Druckverluste je nach der Bauart 10 bis 30 vH. Düsen werden nach neueren Vorschlägen aus festem Holz mit widerstandfähigem Lackanstrich hergestellt, wodurch die Beschaffungskosten wesentlich verringert werden. An Stelle der sehr teuren gußeisernen Venturirohre hat man mit solchen aus Eisen- oder Messingblech hergestellten recht gute Erfahrungen gemacht. Bei Venturirohren muß der Beiwert für genaue Messungen sorgfältig ermittelt werden. An kleinen Ausführungen kann dieser mit Wasser bestimmt und nach dem Ähnlichkeitsgesetz auf große Rohre für Gas übertragen werden. [R 271]

Bochum. E. Stach.

Druckluftmesser und ihre Prüfung.

Wie wir nachträglich erfahren, ist die in Z. Bd. 68 (1924) S. 685 beschriebene und in Abb. 5 dargestellte Meßwindkesselanlage für Druckluftmesser von der Frankfurter Maschinenbau A.-G. vorm. Pokorny & Wittekind zweckmäßig durchgebildet und hergestellt worden und seit Jahren bei ihr in Benutzung. Mit Genehmigung dieser Firma sind nach ihren Angaben auch an andern Stellen gleiche Meßanlagen aufgestellt worden. [M 525]

Dampfkessel.

Selbsttätige Regelung der Kesselspeisung[1]).

Die selbsttätige Speisewasserregelung bei Dampfkesseln gehört zu den Gebieten der Wärmewirtschaft, die bisher am wenigsten Beachtung gefunden haben und daher am wenigsten entwickelt sind. Noch heute gilt fast allgemein die Ansicht, daß das Einhalten eines konstanten Wasserstandes unabhängig von der Belastung das anzustrebende Ideal aller selbsttätigen Speisewasser-Regler sei. Dabei ist jedem wirklich erfahrenen Heizer bekannt, daß durch Anpassen der Speisung an die Belastung (Hochspeisen bei abnehmender Belastung und Arbeiten mit niedrigem Wasserstand bei hoher Belastung), Abblasen der Sicherheitsventile, Drucksenkungen und Bildung von nassem Dampf vermieden oder erheblich eingeschränkt werden können. Bezeichnend ist, daß bei der Marine, wo es häufig darauf ankommt, das Letzte aus der Kesselanlage herauszuholen, das Arbeiten mit gleichbleibendem Wasserstand keinen Eingang gefunden hat und nach wie vor mit veränderlichem Wasserstand gefahren wird.

Wenn also die selbsttätige Speisewasserregelung keinen Rückschritt gegenüber der zweckmäßigen Handspeisung bedeuten soll, so darf sie nicht auf dem unveränderlichen Wasserstand beruhen, sondern muß etwa den folgenden Bedingungen genügen:

1. Unveränderlicher Wasserstand nur bei gleichmäßiger Belastung.
2. Einstellung eines besonderen Wasserstandes für jede Belastung, und zwar niedriger Wasserstand bei hoher Belastung und hoher Wasserstand bei niedriger Belastung.

---

[1]) Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 4 (1923) Heft 12.

3. Trotz alledem aber ununterbrochene Speisung, Abstellen der Speisung nur bei geringster Belastung, und zwar erst nach dem Erreichen des Höchstwasserstandes.

Selbstverständlich können durch Einhalten dieser Bedingungen Drucksenkungen und Abblasen der Kessel nicht immer vollständig vermieden werden, denn hierzu wäre schon erforderlich, die Speisewasserzufuhr bei plötzlicher Zunahme der Belastung ganz abzustellen, bei plötzlicher Abnahme der Belastung dagegen ganz erheblich zu erhöhen, d. h. man müßte die Speisung auch in Abhängigkeit vom Kesseldruck regeln, genau wie bei Gleichstromdruckspeichern. Man darf aber nie vergessen, daß der Speisewasserregler in erster Linie ein Sicherheitsorgan ist, das verhindern soll, daß der Kesselwasserstand über die höchste oder unter die tiefste Marke hinausgeht. Jedes plötzliche und vollständige Abstellen der Speisung und jedes plötzliche Anstellen der Höchstspeisung schließt aber die Gefahr des Unter- oder Überspeisens und sogar infolge der mit dieser Art der Regelung verknüpften Stöße auch des vollständigen Versagens der Pumpen in sich.

Endlich ist auch zu bedenken, daß man selbst beim Beeinflussen der Speisung durch den Dampfdruck aus einem Kessel noch lange keinen Speicher machen kann, denn der Kesselwasserstand sinkt bei abgestellter Speisung sehr schnell und steigt erst wieder bei starker Abnahme der Belastung. Endlich verbietet sich eine so verwickelte Regelung auch schon rein konstruktiv, wenn der Speisewasserregler Sicherheitsorgan gegen Unter- oder Überspeisen sein soll.

Ein selbsttätiger Regler muß also auch bestimmte Bedingungen bezüglich der Bauart erfüllen, damit er tatsächlich als Sicherheitsorgan bezeichnet werden kann, und zwar sollten

4. möglichst alle Teile des Reglers außerhalb des Kessels liegen, damit sie jederzeit der Beobachtung zugänglich sind und ohne Außerbetriebsetzen des Kessels nachgesehen oder ausgebessert werden können,

5. soll die Bauart im ganzen einfach und kräftig sein, so daß ein Versagen praktisch ausgeschlossen ist.

Diese Anforderungen erfüllt der Thermostat- oder Thermokraft-Regler, Bauart Copes, der Gefko-A.-G. für Kohlenersparnis, s. Abb. 6.

Abb. 6. Thermostatregler

Er besteht im wesentlichen aus einem metallischen Ausdehnrohr außen am Kessel, das sozusagen als zweiter geneigter Wasserstand parallel zum eigentlichen Wasserstand an den Kessel angeschlossen ist. Die Verbindungsleitung zum Wasserraum ist aber so lang, daß sich hier das Wasser ständig auf etwas über Raumtemperatur abkühlt, während die Verbindung mit dem Dampfraum möglichst kurz oder gut isoliert ist, damit die Kondensation von Dampf eingeschränkt wird. Das Ausdehnrohr ist daher stets bis zur Höhe des Wasserstandes mit abgekühltem Wasser und darüber mit Dampf gefüllt, so daß es bei jedem Wasserstand eine ganz bestimmte mittlere Temperatur und damit eine dementsprechende Länge hat. Jede Veränderung des Wasserstandes bedingt also eine Längenänderung des Ausdehnrohres, die mittels eines Übersetzungshebels und einer Verbindungsstange stark vergrößert auf den Ventilhebel so übertragen wird, daß bei sinkendem Wasserstand das Ventil weiter geöffnet, bei steigendem Wasserstand dagegen gedrosselt wird.

Das Ausdehnrohr ist nun nach Baustoff, Länge und Durchmesser so berechnet, daß seine Längenänderung zwischen völliger Dampffüllung und völliger Wasserfüllung mit einem gewissen Sicherheitszuschlag für das vollständige Öffnen oder Schließen des Ventils ausreicht. Das Ventil ist daher nur bei höchstem Wasserstand (Belastung 0) ganz geschlossen und nur bei tiefstem Wasserstand (höchste Belastung) voll geöffnet und die einer beliebigen Belastung entsprechende Speisewasserzufuhr kann immer erst erreicht werden, wenn der Kesselinhalt bis auf den entsprechenden Wasserstand verdampft oder hochgespeist worden ist. Daraus ergibt sich aber zwangläufig bei niedriger Belastung ein hoher und bei hoher Belastung ein niedriger Wasserstand. Damit eine möglichst feine Regelung erzielt wird, ist das Regelorgan kein Kegelventil, sondern ein vollständig entlasteter Kolbenschieber mit mehr oder weniger schmalen und besonders geformten Schlitzen. Bei allmählicher Änderung der Belastung ändert sich die Speisung ebenso allmählich, bei plötzlichem Steigen der Belastungszunahme wird sie aber infolge des durch die starke Dampfblasenbildung aufwallenden Wasserstandes anfänglich gedrosselt und bei plötzlicher Abnahme der Belastung infolge der gegenläufigen Wasserstandbewegung anfänglich verstärkt. Wichtig ist, daß dabei die Regelung genau der jeweiligen Kesselart angepaßt werden kann, da man nur die Steigung des Ausdehnrohres so groß wie den einzuhaltenden Unterschied der Wasserstände zu machen braucht.

Die Verstellkraft am Ventilhebel kann bis zu 500 kg erreichen.

[R 437] Dr.-Ing. Schierenbeck.

Schiffs- und Seewesen.

Versuchsfahrten des Motorschiffes mit Vulcangetriebe.

Vom 20. Mai bis 4. Juni fanden auf der Elbe Probefahrten mit dem neuen Motorschiff „Vulcan" statt, in welches das in den VDI-Nachrichten vom 13. Februar 1924 beschriebene Getriebe eingebaut worden ist. Während dieser Probefahrten ist das Schiff und seine Maschinenanlage Fachleuten und Vertretern der Reedereien vorgeführt worden.

Der „Vulcan" ist ein gewöhnliches Frachtschiff von 2000 t Tragfähigkeit und weist, abgesehen von der Maschinenanlage, keine besonderen Einzelheiten auf.

Die Maschinenanlage besteht aus zwei Unterseeboot-Dieselmaschinen, die durch hydraulische Kupplungen mit einem Zahnradgetriebe verbunden sind, das seinerseits die Schraubenwelle antreibt. Für Vorwärts- und für Rückwärtsfahrt sind getrennte Kupplungen vorgesehen. Die Umsteuerung der Maschinen selbst geschieht mit Hilfe des hydraulischen Getriebes.

Bei den Vorführungsfahrten wurde den Gästen eine große Zahl aufeinanderfolgender Maschinenmanöver gezeigt. Ungefähr 30 Manöver wurden in etwa 10 min ausgeführt. Die Umsteuerung von voll vorwärts auf voll rückwärts erforderte 18 bis 20 s; von halber Leistung vorwärts auf volle Kraft rückwärts wurde sie in rd. 13 bis 15 s ausgeführt. Da die Hauptmaschinen dauernd vorwärts liefen und während der Ausführung der Manöver nur durch Drosselung der Brennstoffzuführung entlastet wurden, waren die Manöver weder am Geräusch im Maschinenraum noch durch Stöße oder Erschütterungen bemerkbar; nur an der schnelleren oder langsameren Umdrehung des sichtbaren Teiles der Schraubenwelle sowie an den Meßgeräten war die Ausführung der Manöver zu sehen. Noch weniger bemerkbar waren der Gang der Maschinen und die Manöver an Deck, wo weder Geräusche noch Vibrationen wahrgenommen wurden, obwohl das Schiff sehr schnell auf Änderungen und Wechsel der Gangart ansprach. Ein sehr bemerkenswertes Manöver bestand darin, daß eine von den beiden Antriebmaschinen stillgesetzt wurde, indem man der zugehörigen Kupplung das Getriebeöl entzog. Die andre Maschine trieb dann die Schraubenwelle allein weiter. Man kann also, ohne die Fahrt zu unterbrechen, Ausbesserungen, Untersuchungen an der stillstehenden Maschine vornehmen. Diese wird hierauf über das Flüssigkeitsgetriebe wieder angelassen.

Einige technische und wirtschaftliche Einzelheiten über die Anlage wurden während der Fahrten in einem Vortrage von Baurat Mohr mitgeteilt. Die Motoren laufen bei normaler Fahrt mit 300 Uml./min; hinter den hydraulischen Kupplungen, die mit Schmieröl gefüllt sind, macht die Welle des Zahnradritzels 293 Uml./min; das gleitende Zurückbleiben dieser Welle beträgt also $2\frac{1}{3}$ vH, und dem entspricht ein gleich großer Kraftverlust; dieses Ergebnis ist noch eine Kleinigkeit besser als nach den Erprobungen auf dem Versuchstand zu erwarten war. Im Zahnradgetriebe tritt ein weiterer Verlust von etwa 1 vH auf; insgesamt stellt sich der Wirkungsgrad des Vulcangetriebes also auf $96\frac{2}{3}$ vH.

Dem steht als wirtschaftlicher Vorteil gegenüber, daß das Getriebe erst die Möglichkeit einer gleichzeitigen Verwendung schnelllaufender wirtschaftlicher Dieselmaschinen und langsamlaufender wirtschaftlicher Schrauben ermöglicht hat. Bisher war es bei unmittelbarem Antrieb erforderlich gewesen, zwecks Übereinstimmung der Umdrehungszahlen ein Kompromiß zu schaffen, wobei beträchtliche Opfer an Wirtschaftlichkeit gebracht werden mußten. Ein normales Motorschiff von der Größe des „Vulcan" würde eine Maschine mit etwa 130 bis 140 Uml./min erhalten haben; die zugehörige Schraube würde im Vergleich zu derjenigen des „Vulcan" mit 85 Uml./min ein Mehr an Maschinenleistung erfordert haben, das auf etwa 8 bis 10 vH zu schätzen ist. Im Vergleich zu einem solchen Schiff erfordert also der „Vulcan" bei gleicher Geschwindigkeit trotz des Verlustes im Getriebe etwa $4\frac{1}{2}$ bis $6\frac{1}{2}$ vH weniger Maschinenleistung und Brennstoff.

Wesentlich günstiger liegen diese Verhältnisse jedoch, wenn es sich um einen Fall handelt, wo auch bei unmittelbarem Antrieb wegen großer Maschinenleistung zwei Maschinen und mithin zwei Schrauben erforderlich sind. Bei Verwendung eines Getriebes würde man nur eine Schraube brauchen und dadurch einen bedeutend günstigeren Schiffsantrieb erhalten; denn die Einzelschraube nutzt den Nachstrom des Schiffes, d. h. das in der Mitte des Schiffes hinter ihm hergeschleppte Wasser viel besser aus als das Zweischraubenschiff. Der Vorteil, der sich hierbei ergibt, ist sehr von der Schiffsform abhängig, kann aber auf durchschnittlich 7 bis 9 vH geschätzt werden. Insgesamt, unter Einrechnung des Verlustes im Getriebe, stellt sich also der Antrieb eines Einschraubenschiffes mit langsamlaufender Schraube etwa 11 bis 15 vH günstiger als der eines Doppelschrauben-Motorschiffes mit schneller laufenden Schrauben, wenn die oben genannten Drehzahlen zugrunde gelegt werden; dieser Unterschied ist so bedeutend, daß er bei Wahl einer Maschinenanlage nicht übersehen werden darf.

Von entscheidender Bedeutung ist außerdem die Gewichtfrage. Gegenüber einem normalen Motorschiff mit 130 bis 140 Uml./min ist die Maschinenanlage des „Vulcan" etwa 30 t oder 20 vH leichter. Schätzt man die Kosten der Maschinen nach Gewicht mit 1600 Gm./t ein, so ergibt sich eine Baukostenersparnis von rd. 48 000 Gm., deren Verzinsung, Versicherung und Abschreibung recht beträchtliche Summen erfordern würde. Im Vergleich hierzu spielen selbst einige Hundertteile Mehr- oder Minderverbrauch an Bennstoff keine wesentliche Rolle, denn für 1 vH des Brennstoffes sind jährlich etwa 400 bis 500 Gm. aufzuwenden. Auch in dieser Hinsicht liegt die Frage bei größeren Schiffen, wo das Getriebe einen Übergang vom Zweischrauben- zum Einschraubenschiff ermöglicht, noch günstiger; denn in diesem Fall ist mit etwa 40 vH Gewichtersparnis und entsprechender Baukostenersparnis zu rechnen. Daß diese Verhältnisse von den deutschen Reedern anerkannt werden, geht daraus hervor, daß zwei große Linien in der jetzigen Zeit, wo der Schiffbau sonst gänzlich darniederliegt, je ein 10 000 t tragendes Frachtschiff mit Vulcan-Getrieben und MAN-Motoren bestellt hatten, u. zw. vor Abschluß der Probefahrten. Neuerdings sind noch weitere Schiffe mit diesem Antrieb in Auftrag gegeben worden.

Nach Beendigung der Probefahrten auf der Elbe wird der „Vulcan" in Dienst gestellt werden und für Rechnung der Werft eine Anzahl Frachtfahrten nach verschiedenen Ländern ausführen, wo dann den Reedern und technischen Fachkreisen Gelegenheit gegeben werden soll, die Anlage kennen zu lernen.

Konstruktiv einfach ist die Maschinenanlage des „Vulcan" nicht; das Getriebe mit seinen vielen Lagern, Kupplungen und Pumpen ist sogar ziemlich verwickelt. Aber es handelt sich doch bei allen Bauteilen um solche, die in technischer Hinsicht keine Neuerung darstellen und völlig einwandfrei und sicher auszuführen sind. Daraus ergibt sich trotz allem eine hervorragende Betriebsicherheit, die durch die ohne weiteres mögliche Stillegung einzelner Teile der Anlage noch verbessert wird. In technischer und in wirtschaftlicher Hinsicht stellt die Lösung der Schwierigkeiten des motorischen Antriebes von Schiffen durch das Vulcan-Getriebe eine außerordentlich anerkennenswerte Leistung dar. [M 456] C.

Chemie.

Fortschritte auf dem Gebiete der Chemie.

Die Hauptversammlung des Vereines deutscher Chemiker, die vom 11. bis 14. Juni in Rostock-Warnemünde stattfand und außer von etwa 700 deutschen Mitgliedern auch von ausländischen Chemikern aus den skandinavischen Ländern, der Schweiz, Holland und den Vereinigten Staaten besucht war, zeichnete eine Reihe von verdienten deutschen Chemikern durch besondere Ehrungen aus.

Direktor Heymann, Elberfeld, hielt in der ersten allgemeinen Sitzung einen mit allergrößtem Interesse aufgenommenen Vortrag über „Bayer 205", das erst jetzt nach einem fast 10jährigen gründlichen Studium seiner chemischen und klinischen Wirkungen allgemein der Ärztewelt unter dem Namen „Germanin" zur Verfügung gestellt werden soll. Mit Hilfe des Germanins ließen sich geradezu phantastisch wirkende Heilungen selbst im dritten Stadium der Schlafkrankheit durchführen, und ebenso sei man mit Hilfe dieses Präparats auch imstande, gegen verschiedene in tropischen und subtropischen Gebieten herrschende Tierseuchen vorzugehen und dadurch große Landstrecken der wirtschaftlichen Kultur neu zu erschließen bzw. sie vor schwersten Schädigungen zu bewahren. Die Elberfelder Farbenfabriken hätten auch vor zwei Jahren eine eigene Expedition nach dem inneren Afrika unter Führung der Herren Kleine und Fischer ausgerüstet, die in stetiger Zusammenarbeit mit den englischen und belgischen Kolonialbehörden zwei Jahre hindurch die vorzügliche Eignung dieses metallfreien organischen Präparats besonders zur Bekämpfung der Schlafkrankheit in einwandfreiester Weise festgestellt haben. Der Vortrag von Dr. Heymann fand noch eine packende Ergänzung durch die Darbietung eines von den Farbenfabriken durchgeführten Filmwerkes, in dem die klinischen Arbeitsverfahren des vorzüglich eingerichteten chemo-therapeutischen Versuchslaboratoriums des Werkes und die Wirkung des Heilmittels auf das Blut von Versuchstieren zur Anschauung gebracht wurde.

Prof. Thoms behandelte die wirtschaftliche Entwicklung der Chemie in Japan und China, über die er aus eigner Anschauung sprechen konnte. Sowohl in Japan wie in China habe sich die Entwicklung der chemischen Industrie in technischer Hinsicht unter Anlehnung an Deutschland und die Vereinigten Staaten als Vorbi.der vollzogen. Obwohl die Japaner während des Krieges auch eigene Wege gegangen seien, dürften sie in Zukunft doch immer noch vorläufig in einer gewissen Abhängigkeit von dem Stand der chemischen Technik in den übrigen Kulturländern bleiben. Im Gegensatz zu Japan, dessen Rohstoffe an Zahl und Menge ziemlich beschränkt erschienen, verfügte China über eine ganz außerordentliche Mannigfaltigkeit an chemischen Rohstoffen, die zum Teil noch der Erschließung harrten. Zur Zeit böten jedenfalls China wie Japan für deutsche chemische Produkte und besonders für Farbstoffe, chemische Präparate und synthetische Arzneimittel große und ausdehnungsfähige Absatzgebiete. Ebenso entwickelten sich aber auch die Randstaaten Chinas in wissenschaftlicher Hinsicht außerordentlich schnell und diese Entwicklung sollte man nach Thoms umsomehr auch in Deutschland unterstützen, als die Stimmung der Chinesen gegenüber Deutschland durchaus freundlich genannt werden kann. Notwendig hierzu erschiene aber auch, daß die deutschen amtlichen Vertretungen im Auslande, die Botschaften, Gesandtschaften und Konsulate, die nicht nur politisch, sondern auch wirtschaftlich im deutschen Interesse zu wirken berufen sind, weiter ausgebaut, und nicht etwa abgebaut werden.

Den Höhepunkt der Versammlung bildete zweifellos der Vortrag von Prof. Walden, Rostock, in bezug auf den Reichtum an Gedanken und Formvollendung. Walden zeigte in seinem Vortrag „Die Chemie der Gegenwart und Kulturaufgabe der Zukunft", wie die wissenschaftliche Chemie der Gegenwart bemüht sein müsse, besonders die europäischen Länder vor der ihnen drohenden Gefahr der Erschöpfung unentbehrlicher Rohstoffe, wie Eisen, Kohle und Erdöl zu bewahren. An verschiedenen Beispielen konnte er auch in höchst eindrucksvoller Weise nachweisen, daß die chemische Wissenschaft und Technik es teils bewußt, teils aber auch nur aus dem inneren Gefühl dieser drohenden Gefahr heraus verstanden habe, vollwertige Ersatzstoffe, aber nicht im Sinne der Kriegsersatzstoffe, zu beschaffen. Besonders charakteristisch ist hierfür auf dem Gebiete der Metalle die erfolgreiche Einführung des Aluminiums und seiner Legierungen in die Technik und das tägliche Leben an Stelle der Schwermetalle wie Eisen, Kupfer usw.

Mit vollem Recht wies Prof. Walden ferner noch auf die höchst bedeutungsvollen Arbeiten des Mülheimer Kohlenforschungsinstituts unter der Leitung von Franz Fischer hin und ebenso auf die ganz neue Wege erschließenden Arbeiten von Friedrich Bergius, Heidelberg, der übrigens über die neuesten Ergebnisse des nach ihm genannten Bergin-Verfahrens in der Fachgruppe für Brennstoff- und Mineralölchemie einen viel beachteten Vortrag hielt. In diesem Vortrage wurden auch die ersten tatsächlichen Mitteilungen über die praktische Auswirkung dieses Verfahrens gemacht. Aus 100 kg oberschlesischer Flammkohle mit einem Gehalt von 28 vH flüchtiger Bestandteile, 6 vH Asche und 4 vH Wasser würden 55 kg Öle bei der Behandlung der Kohle mit Wasserstoff unter hohem Druck erhalten. Hiervon entfielen 22 kg auf unter 280 °C siedende neutrale Öle und Motorbetriebstoffe, 17 kg höher siedende Öle und auch phenolhaltige Öle und 16 kg Pech. Ferner entständen bei der Hydrierung 15 kg Gas, im wesentlichen Methan, 10 kg Wasser, 6 kg Asche, 15 kg wenig veränderte Kohlensubstanz und 0,5 kg Ammoniak. Für die technische Durchführung des Verfahrens, zu dem Kokereigas ohne weiteres verwendbar sei, ist die Mitteilung von Bergius wesentlich, daß die Schwierigkeiten des Baues der Hochdruckapparate gelöst seien und daß sowohl die ununterbrochene Einführung der Kohle wie die ununterbrochene Abführung der Asche befriedigend gelöst werden könnten, so daß der Anwendung des Vorganges keine technischen Schwierigkeiten mehr im Wege stehen sollten.

Einen wesentlichen technischen Fortschritt behandelte ferner ein Vortrag von Dr. Stadlinger von der A.-G. für chemische Produkte, vorm. Scheidemandel-Berlin, in der Fachgruppe für Öl- und Fettchemie. Danach sei es gelungen, an Stelle der unhandlichen und im Gebrauch recht wenig zweckmäßigen und zudem teuren Leimtafeln Leim und Gelatine in Perlform zu gewinnen. Ein Verfahren, das scheinbar einfach, in Wahrheit aber erst durch ein zielbewußtes Zusammenarbeiten von Chemikern und Ingenieuren zur Durchführung gebracht werden konnte.

In der Fachgruppe für den technologischen Unterricht wurde nach einem eingehenden Referat von Prof. Dr. A. Stock, Berlin, über die Neuordnung des preußischen Schulwesens und die bekannte Denkschrift des preußischen Unterrichtsministeriums eine Entschließung angenommen, die auch von der Hauptversammlung bestätigt wurde. In dieser Entschließung tritt der Verein deutscher Chemiker dem Verein deutscher Ingenieure in seinem Vorgehen gegen die Denkschrift durchaus bei und hebt mit allem Nachdruck hervor, daß Mathematik und Naturwissenschaft kulturkundliche Fächer seien, die in allen Schularten als Kernfächer volle Berücksichtigung verdienten. Auch für die praktischen Schülerübungen in der Chemie, die künftig fortfallen sollen, tritt der Verein deutscher Chemiker mit Nachdruck ein. Angesichts dieser Stellungnahme der Chemiker und Ingenieure wird man wohl darauf rechnen können, daß auch das Ministerium diesen höchst beachtlichen Stimmen aus den Kreisen von Wissenschaft und Technik bei der praktischen Durchführung der geplanten Unterrichtsreform die ihnen gebührende Aufmerksamkeit nicht versagen wird.

In den übrigen Fachgruppen für anorganische Chemie, organische, medizinisch-pharmazeutische und Fettchemie, für Brennstoffe und Mineralölchemie, Farben- und Textilchemie, chemisches Apparatewesen und gewerblichen Rechtsschutz fanden gleichzeitig zahlreiche zum Teil recht wertvolle Einzelvorträge statt, über die in der Zeitschrift für angewandte Chemie und der Chemikerzeitung Näheres zu finden ist.

[M 489] H. Großmann.

BÜCHERSCHAU.

chdruckdampf. Unter Mitarbeit von Dr.-Ing. Fr. Münzinger,)r. P. Goerens, F. Loch, Dr.-Ing. M. Guilleaume, Dr. St. .öffler, H. Gleichmann, O. H. Hartmann, W. G. Noack,)r.-Ing. E. Josse, Dr.-Ing. A. Stodola, August Holle, 'ranz Seiffert, Dr.-Ing. G. W. Koehler, herausgeg. vom 'erein deutscher Ingenieure. Berlin 1924, VDI-Verlag. 108 S. mit 53 Abb. Preis Gm. 9.

Auch in der Geschichte der Technik folgen sich Epochen der Re- ution und der Evolution; die Entwicklung der Dampfmaschinentech- : zumal hat sich in einer Reihe von Sprüngen, zuweilen zu früh an- setzten und zunächst mißlungenen Sprüngen, und Zeiten ruhigen iterschreitens vollzogen. Wenn nun Geheimrat Klingenberg Hochdrucktagung des Vereines deutscher Ingenieure im Januar 1924 ; dem Satz eröffnete: „Viele von Ihnen werden mit mir die Empfin- ng haben, daß wir uns vor einer geradezu revolutionären Umwälzung dem Gebiete der Dampfenergiewirtschaft befinden", so hat er eher wenig als zu viel gesagt. Die Wasserdampftechnik befindet sich eits mitten in einem Sprung aufwärts, nämlich zu Drücken, deren ktische Anwendung in großem Maßstab im Dampfkessel- und -Maschi- wesen man noch vor wenigen Jahren kaum für möglich gehalten te. Der Übergang zu Drücken zwischen 30 und 100 at aber erfordert Lösung einer Menge von Fragen der Thermodynamik, der Festig- itslehre, der Metallurgie, der theoretischen Maschinenlehre, des prak chen Kessel- und Maschinenbaues, des Betriebes, der Kraft- und Wärme- rtschaft. Die Vorträge, die auf der Hochdrucktagung über diese ige gehalten wurden, bilden den ersten Teil des vorliegenden Werkes, itere einschlägige Abhandlungen aus der Vereinszeitschrift den eiten Teil.

Münzingers Vortrag handelt von den technischen und wirt- aftlichen Aussichten von Höchstdruckdampf. Er beschreibt die ver- iedenen Verfahren zur Erzeugung des Dampfes, macht Angaben über Berechnung der Heizflächen und das Verhalten der Kessel im trieb, über die Abhängigkeit des Kesselpreises von Dampfdruck und mmt so zu einer Einschätzung der wirtschaftlichen Aussichten des chstdruckdampfes für reine Kraftwerkbetriebe und für Gegendruck- lagen. Im einzelnen wird die wirtschaftliche Auswirkung der Ein- irung von Hochdruckdampf in verschiedenen Fabrikationszweigen in er Abhandlung von H. Gleichmann berechnet.

Dieser Systematik der technisch-wirtschaftlichen Fragen gegenüber ht eine Betrachtung der technisch-thermodynamischen Gesichtspunkte dem Vortrag von Josse. Er hat die Dampfdiagramme von Knob- uch, Raisch und Hausen bis zu 100 at extrapoliert (die Ver- hsgrundlagen für die spezifische Wärme des Dampfes reichen erst 30 at, die für das spezifische Volumen und die Verdampfwärme sogar r bis 10 at) und berechnet nun den Anteil der verschiedenen Druck- biete am nutzbaren Wärmegefälle und die Steigerung der thermischen snutzung durch die Erhöhung des Dampfdruckes. Schließlich bespricht die verschiedenen Maschinenarten wie die Kolbenmaschine nach W. hmidt, die Brünner Turbine und die Turbine von Brown Boveri & Cie. e wertvolle Ergänzung hierzu bieten der Aufsatz von Noack über chdruck und Hochüberhitzung, wobei u. a. die BBC-Hochdruck-Vor- altturbine behandelt wird, und der Versuchsbericht von Josse und odola über die Leistungsversuche an einer Brünner Gegendruck- bine, die zwischen Hauptabsperrventil und Kupplung einen thermo- namischen Wirkungsgrad von 82 vH bei Vollast ergeben haben.

Der Kesselfrage sind drei Vorträge gewidmet. Goerens spricht er die Kesselbaustoffe und insbesondere für die Verwendung von ckelstahl mit etwa 3 bis 5 vH Nickelgehalt. Loch behandelt den uzeitlichen Dampfkesselbau und hierbei u. a. die Frage, welcher chstdruck beim hydraulischen Nieten anzuwenden ist. Guilleaume dlich berichtet über die von der „Vereinigung von Großkesselbesitzern" großem Maßstab und mit ungewöhnlichen Mitteln ausgeführten Ver- che, die u. a. die Kesselblechprüfung, Materialbeanspruchungen durch mperaturänderungen im Betrieb und Beobachtungen über den Wasser- ılauf betrafen. Ein kleiner Aufsatz von Holle schildert ein beson- res Verfahren der Kesselspeisewasserkontrolle, Abhandlungen von iffert und von Koehler befassen sich mit der Konstruktion der hrleitungen, Armaturen und Absperrvorrichtungen.

Wie sich die Hochdruckdampftechnik in den gesamten Rahmen der ergiewirtschaft eingliedert, davon (unter anderem) handelt ein ebenfalls r abgedruckter Vortrag, den Löffler im Berliner Bezirksverein ge- lten hat. Insbesondere ist dabei auf das Problem der Gas- und urbine und auf die Anwendung hohen Druckes und hoher Temperatur der chemischen Industrie hingewiesen.

Den heutigen Stand des Höchstdruckdampfbetriebes in den ver- iedenen Industrieländern endlich legt O. H. Hartmann in einem ifsatz dar, den er mit Worten berechtigter Genugtuung darüber be- nt und schließt, daß Wilhelm Schmidts und seinen eigenen An- gungen zur Verwendung höchstgespannten Dampfes ein so großer Er- g beschieden ist. Während Klingenberg in einer Ansprache der Tagung für reine Elektrizitätswerke zunächst rät, bei dem Auf- eg zu höherem Druck eine erste Rast bei etwa 35 at zu machen, bis konstruktive Entwicklung nachgekommen sei, empfiehlt Hartmann leich einen kräftigen Sprung nach oben".

Von der Bedeutung des inhaltreichen Heftes, in dem auch die Dis- ssionsreden von der Hochdrucktagung abgedruckt sind, dürfte die obige knappe Inhaltsangabe einen kleinen Begriff geben. Der Verein deutscher Ingenieure hat durch die Veranstaltung der Tagung und die Herausgabe des gesamten Materials die Arbeiten der Hochdruckdampf- technik kräftig gefördert. [B 459] Max Jakob.

Intrebuintarea electricitatei in exploatarile de petrol. (Die Verwendung der Elektrizität in der Rohölgewinnung.) Von A. L. Proca. Bukarest 1924, Societatii anonime Romane „Electrica". 159 S. mit 116 Abb.

Als ich vor 25 Jahren die Petroleumgruben in Campina kennen lernte, war neben dem kanadischen Bohrsystem noch das Abteufen von Brunnenschächten mit der Hand in Übung. Nackt, nur mit einem Bocksfell und Blechhut gegen herunterstürzendes Gestein bekleidet, arbeitete der Häuer in dem etwa 1 m² großen Schacht. Von einer Handwinde einfachster Art hing ein Seil herunter, das ein Querholz trug. Dieses klemmte er zwischen seine Beine. An der Winde standen dauernd zwei getreue Freunde, die ihm das Sonnenlicht mit einem als Spiegel dienenden Weißblech zuwarfen. Fingen die leichten Kohlenstoffgase Feuer, so kurbelten seine Freunde den Häuer schnell nach oben. Außer den kleinen Dampfmaschinen der kanadischen Bohrtürme war von Kraftbetrieb noch wenig zu sehen. Elektrische Antriebe gab es überhaupt noch nicht.

Heute überspannen die Hochspannungsnetze der Elektrizitätsgesellschaften „Electrica" und „Steaua Electrica" das ganze Petroleumgebiet und verdrängen bei der Petroleumgewinnung alle andern Energiequellen. Das Buch von A. L. Proca ist wohl als Werbeschrift für die Verwendung der Elektrizität im Sondengebiet gedacht, steht aber dabei technisch so hoch, daß es auch für den Ingenieur lesenswert ist. Mit vieler Fachkenntnis schildert der Verfasser die Technik der Petroleumgewinnung überhaupt und den Kraftbedarf der verschiedenen Systeme für die beim Bohr- und beim Förderbetrieb vorkommenden Arbeitsgänge. Es folgt eine Besprechung der in Frage kommenden Kraftquellen, also Dampfmaschinen, Rohöl-, Benzin- und Gasmotoren, und endlich der Elektromotoren,, deren Rentabilität mit derjenigen einer Dampfanlage in Vergleich gestellt wird.

In einer interessanten Statistik wird gezeigt, wie die Zahl der verwendeten Elektromotoren von Jahr zu Jahr steigt. Die Beispiele der Verwendung von Elektromotoren behandeln ausnahmslos Drehstrommotoren, worunter die Kurzschlußmotoren, deren Durchbildung für größere Leistung auch in Deutschland ein wichtiges Problem ist, für diesen Sonderzweck eine ganz besondere Bedeutung haben. Die große Feuergefahr zwingt, bei Schleifringmotoren die Schleifringe vollständig einzukapseln, so daß der Kurzschlußmotor, bei dem auch diese Funkenquelle fortfällt, der gegebene Motor für das Petroleumgebiet ist.

Bekanntlich scheitert die Verwendung von Kurzschlußmotoren daran, daß sie beim Anlaufen eine unzulässige Strommenge aus dem Netz entnehmen. Das Bestreben der Konstrukteure geht nun dahin, die zur Herabsetzung der Anlaufstrommenge erforderlichen Widerstände gleich in den Rotor einzubauen, oder die Kurzschlußkäfige zu teilen und so hintereinander zu schalten, daß während des Anlaufens ein größerer Widerstand als während des normalen Betriebes im Rotor vorhanden ist. Die Notwendigkeit, während des Ganges die Rotorwicklung selbsttätig von Anlauf- auf normale Laufstellung umzuschalten, hat zum Entwurf einer Reihe von in den Motor eingebauten Fliehkraftschaltern geführt, deren Wirkungsweise und Bauart anschaulich an der Hand von Diagrammen und zahlreichen Abbildungen geschildert sind.

Es folgt dann eine Darstellung der im Sonderbetrieb verwendeten Anlasser, Abschalter, Transformatoren und Installationsteile, die sich unter dem Einfluß der besonderen Feuergefährlichkeit der dortigen Betriebe entwickelt haben.

Das Werk, das eine ausgezeichnete und von fachkundiger Hand geschriebene Übersicht über dieses ganze Fragengebiet liefert, würde noch an Wert gewinnen, wenn es die Vorschriften der rumänischen Regierung, die den Anstoß zur Entwicklung gegeben haben, mit abdrucken würde. Die Hersteller der Motoren und Apparate sind durchweg verschwiegen. Der Verfasser hat sich auf Abbildungen beschränkt, die im eigenen Lande hergestellt sind und die gerade in den wichtigsten Einzelheiten recht undeutlich sind. [B 382] Ingenieur H. Papst.

Montanus-Industrie-Handbuch. Westdeutschland. Herausgegeben von Hermann Montanus. Siegen 1922. Montanus-Verlag. 1473 S. Lexikonformat.

Wenn ich es unternehme, als Ingenieur auf dies Werk hinzuweisen, das eigentlich zum Bereich des Volkswirtschaftlers gehört, so geschieht es deshalb, weil ich gerade als Ingenieur die Eigenschaften dieses neuartigen Nachschlagwerkes kennen und schätzen gelernt habe. Es handelte sich für mich darum, eine Studienreise ins Siegerland und nach Hessen-Nassau vorzubereiten, und ich suchte nach einem Werk, aus dem ich ein Bild über die gesamte dortige Industrie gewinnen könnte. Ich habe lange suchen müssen, bis mir ein günstiger Zufall ein für meine Zwecke so passendes Werk wie dieses in die Hände spielte.

Es liegt hier kein Nachschlagewerk der alten Klasse vor, wo einfach eine Reihe von Bezugsquellen aneinander gereiht sind, sondern die Bezugsquellennachweise werden eingeleitet von einer stattlichen Anzahl zusammenfassender volkswirtschaftlicher und statistischer Abhandlungen über die einzelnen Industriegebiete und von technologischen Darstellungen der Fabrikationszweige, die in 214 mustergültigen, stammbaumartigen Diagrammen einen vorzüglichen Überblick über den Aufbau

der einzelnen Industrien geben. Als Verfasser der einzelnen Abhandlungen zeichnen Fachleute von gutem Ruf.

Die Bezugsquellenverzeichnisse zerfallen in 37 Branchen-Klassen. Zu jeder gehört ein Stichwortverzeichnis in deutscher, englischer, französischer, spanischer und russischer Sprache. Den Schluß des Werkes bildet ein 61 Seiten starkes Gesamtstichwortverzeichnis in deutscher Sprache. Das Werk ist außerordentlich übersichtlich angeordnet; Druck und Ausstattung sind untadelhaft.

Ich bin sicher, daß nicht allein der technische Kaufmann in diesem Buch einen außerordentlich wertvollen Bezugsquellennachweis sehen wird, den er kaum wieder wird entbehren wollen, sondern daß auch der Volkswirt und Technologe es als Nachschlagewerk immer wieder gern zur Hand nehmen werden. [B 230] Bonin.

Teubners Technische Leitfäden Bd. 20. H. Baer: **Die Dampfturbinen und Turbokompressoren.** Leipzig, Berlin 1924, Teubner. 153 S. Preis geh. Gm. 4.

Die Dampflokomotive in entwicklungsgeschichtlicher Darstellung ihres Gesamtaufbaues. Von J. Jahn. Berlin 1924, Julius Springer. 356 S. m. 332 Abb. Preis Gm. 18.

Dr. K. Becker: **Über Energieströme und Energiewirbel.** Die Zurückführung der Erscheinungen der Gravitation, Licht, Wärme, Magnetismus, Elektrizität sowie kosmischer, geologischer, physiologischer und anderer Vorgänge auf eine gemeinsame Ursache. Rostock 1924, Kom.-Verl. Warkentien. 50 S. Preis Gm. 2.

Donato Spataro: **Trattato completo di idraulica** teorica e sperin tale (Le basi fisiche dell' idromeccanica) in 3 volumi. Vol. 3: Azi Reazoni e resistenza dei fluidi. Mailand 1924, Hoepli. XI, 985 S. Lire

Bibliothek der gesamten Technik Bd. 213 u. 214. Schulz: **Die el trische Maschinen.** Leipzig 1923, Dr. M. Jänicke. Bd. I 127 S. P Gm. 2,30. Bd. II 89 S. Preis Gm. 1,35.

Taschenbuch zum Abstecken der Kurven an Straßen und Eisenbahn Von C. Knoll. 4. Aufl. Bd. I 202 S. Text, Bd. II 203 S. Taf Leipzig 1924, Kröner. Preis Gm. 8.

K. Klinger: **Schrotthandel und Schrottverwendung** unter besonde Berücksichtigung der Kriegs- und Nachkriegsverhältnisse. Berlin 1 Julius Springer. 214 S. m. 7 Abb. u. zahlreichen Tabellen. Pr Gm. 8,10 geb. 9.

Stettiner Chamottefabrik Aktiengesellschaft vormals Didier. **50 Ja Aktiengesellschaft 1872—1922.** Festschrift zum 50jährigen Bestehen Firma. Ecksteins Biographischer Verlag Berlin. 137 S.

Mathematisch-Physikalische Bibliothek Bd. 54. R. Rothe: **Element mathematik und Technik.** Eine Sammlung elementarmathematisc Aufgaben mit Beziehungen zur Technik. Leipzig und Berlin 1 B. G. Teubner. 92 S. m. 70 Abb. Preis Gm. 0,80.

Jahrbuch der Organischen Chemie. Von Prof. J. Schmidt. 10. Ja gang: Die Forschungsergebnisse und Fortschritte im Jahre 1923. St gart 1924, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m. b. H. 284 S. Pr Gm. 15,50, Gzl. 18.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Dauerfestigkeit von Eisen und Stahl bei wechselnder Biegung.

Zu den Ausführungen des Herrn Prof. Dr. R. Stribeck-Stuttgart in Z. Bd. 67 vom 30. Juni 1923 bitte ich die folgenden Bemerkungen machen zu dürfen[1]):

Die ausführliche Wiedergabe von Versuchsergebnissen der amerikanischen Forscher Moore und Kommers werden sicher auch in Deutschland viel Beachtung finden, und durch ihre Mitteilung hat sich Prof. Stribeck ein großes Verdienst erworben. Diese Angaben dürfen aber nicht unwidersprochen bleiben, soweit sie mit anderwärts gefundenen Versuchsergebnissen im Widerspruch stehen. Der Widerspruch erstreckt sich auf Grund meiner eigenen Versuche im Festigkeitslaboratorium der Techn. Hochschule Braunschweig vor allem auf folgende Punkte:

1) Moore und Kommers kommen zu dem Ergebnis, daß dauernde Haltbarkeit eines Baustoffes angenommen werden kann, wenn er 10 Mill. Belastungswechsel mit einer bestimmten Beanspruchung überstanden hat. Bei meinen Versuchen sind 20 Mill. Belastungswechsel mit jeder Belastung durchgeführt worden. Etwa 20 vH aller Brüche sind nach mehr als 10 Mill. Belastungswechseln mit gleichbleibender Beanspruchung, einige sogar nach 17 bis 19 Mill. Belastungswechseln eingetreten. Äußerlich macht sich die lange Dauer des Bruches in einem besonders feinkörnigen Bruchgefüge bemerkbar. (Diss. H. Dohms, Braunschweig 1923, Grundzüge der Festigkeitslehre von A. und O. Föppl, Leipzig 1923).

2) Die Dauerfestigkeit σ_D soll mit der Bruchfestigkeit σ_Z und Streckgrenze σ_S durch die Beziehung $\sigma_D = 0{,}57 \frac{\sigma_Z + \sigma_S}{2}$ verbunden sein. Dem widersprechen die Ergebnisse meiner Versuche an Stäben aus gleich zusammengesetztem Material, das verschiedener Wärmebehandlung unterworfen war. Durch entsprechende Wärmebehandlung kann σ_Z und σ_S in bekannter Weise erhöht werden, z. B. für ein bestimmtes Material innerhalb der Grenzen $\sigma_Z = 80$ und 130 kg/mm². Je höher σ_Z und σ_S ausfallen, desto geringer wird die Bruchdehnung ε. Der Höchstwert für σ_D wurde nun nicht etwa beim Höchstwert von σ_Z und σ_S erreicht, wie es die Formel angibt, sondern etwa bei $\sigma_Z = 100$ bis 110 kg/mm² (entsprechend etwa $\sigma_S = 88$ bis 95 kg/mm²). Ein Stab mit $\sigma_Z = 129$ kg/mm² und $\sigma_S = 118$ kg/mm² und $\varepsilon = 6$ vH (für 10 fache Meßlänge) hatte z. B. nur eine Dauerfestigkeit von 29 kg/mm², während eine andere Stahlsorte mit $\sigma_Z = 88$ kg/mm² und $\sigma_S = 80$ kg/mm² und $\varepsilon = 13$ vH ein $\sigma_D = 43$ kg/mm² aufzuweisen hatte (Diss. H. Dohms).

3) Die Angabe von Moore und Kommers, daß ein bestimmtes Material $\sigma_D = 65$ und ein anderes gar $\sigma_D = 69$ kg/mm² zu verzeichnen habe, bedarf der Nachprüfung. Bei meinen Versuchen waren die Probestäbe aus den besten Konstruktionsedelstählen der ersten deutschen Stahlwerke hergestellt. Der höchste mit einem Material erreichte Wert ist $\sigma_D = 49$ kg/mm² für einen Einzelstab und 45,5 kg/mm² als Mittelwert aus 3 Stäben der gleichen Sorte. Der große Unterschied in den Zahl werten läßt vermuten, daß entweder bei den Versuchen von Moo und Kommers oder bei meinen Versuchen erhebliche Fehler unt laufen sind.

4) Die Angabe, daß man aus der Erwärmungsgrenze eines Materi auf seine Dauerfestigkeit schließen könne, wird sich kaum bei eingeh der Erprobung aufrecht erhalten lassen. Tatsache ist jedenfalls, daß ein bestimmtes Material auf Drehschwingungen mit $\tau_{max} = 28$ kg/mm² ansprucht habe und daß der Stab ohne fühlbare Erwärmung sch nach 100 000 Beanspruchungen gebrochen ist, während ein anderes Ma rial schon bei $\tau_{max} = 18$ kg/mm² fühlbare Erwärmung zeigte und $\tau_{max} = 21$ kg/mm² mit erheblicher Erwärmung erst nach 3,6 Mill. lastungswechseln zu Bruch kam. Die Erwärmung des Materials sche demnach nicht in unmittelbare Beziehung zur Dauerfestigkeit gebra werden zu können (siehe dazu Bericht Nr. 36 des Werkstoffausschus des Vereines deutscher Eisenhüttenleute).

Braunschweig, 14. Juli 1923. O. Föppl

[1]) In dem Dreivierteljahr, das bis zum Eingang der Stellungnahme des Herrn Stribeck zu vorstehendem Eingesandt verflossen ist, sind die im Vorstehenden gemachten Angaben durch neue Versuche in meinem Laboratorium überholt und ergänzt worden. Insbesondere haben die Temperaturmessungen bei Dauerbeanspruchungen (siehe Z. 1924 S. 203) Ergebnisse geliefert, denen gegenüber die von Stribeck angegebenen Temperaturkurven von Moore und Kommers mit den eigenartigen Knicken wohl kaum aufrecht erhalten werden können. Um die Aussprache nicht zu weitläufig zu machen, habe ich trotzdem meine seiner Zeit gemachten Ausführungen bei der Korrektur nicht ergänzt. Davon konnte ich auch absehen, weil ich in der Zwischenzeit an anderen Stellen (Grundzüge der Techn. Schwingungslehre, Berlin 1923; Schweizerische Bauzeitung 1924 S. 17 und Aug. Föppl-Festschrift) auf die Unvereinbarkeit meiner neuen Ergebnisse mit den Stribeckschen Ausführungen im einzelnen hingewiesen habe.

Ergebnisse von Dauerversuchen mit gehärteten und bei verschiedenen Temperaturen angelassenen Stählen widersprechen der Annahme, daß neben Streckgrenze und Zugfestigkeit das Gefüge von besonderem Einfluß auf die Dauerfestigkeit sei. Versuche mit besonders harten Stählen von 100 bis 200 kg/mm² Zugfestigkeit ergaben eine Abnahme des a-Werts mit zunehmender Härte, was auf den Einfluß von Härtungsspannungen zurückgeführt wird. Bemerkungen über Versuchseinrichtungen, Versuchsverfahren, Auswertung der Versuchsergebnisse.

Prof. O. Föppl erwartet von mir, daß ich feststelle, weshalb Versuche, die der Doktorarbeit von H. Dohms zugrunde liegen, anderen Ergebnissen geführt haben, als die Arbeit von H. F. Moo und J. B. Kommers, nach meinem in Z. Bd. 67 (1923) S. 631 v öffentlichten Bericht.

Ich bin zwar der Meinung, daß der Einsender, wenn er sich n einem solchen Hinweis an die Öffentlichkeit wendet, selbst die Pflic hätte, den Ursachen der Abweichungen nachzugehen, habe mich ab durch diese Auffassung nicht abhalten lassen, die Abhandlung v Dohms vorzunehmen. Nachdem ich mir mein Urteil darüber gebild hatte, wünschte ich eine öffentliche Stellungnahme zu vermeiden. We ich mich schließlich doch zu einer Würdigung dieser Versuche verstand und dem Drängen der Redaktion nachgegeben habe, so ist es geschehe weil Herr O. Föppl in zwei Veröffentlichungen[2]) gegen meinen Beric ebenso kritiklos wie in der vorstehenden Zuschrift angegangen is

[2]) Schweizerische Bauzeitung 1924 S. 17 und Festschrift zum 70. Gebur tag August Föppls.

[3]) Herr Föppl hat, nachdem ihm meine Erwiderung auf seine Zuschr vorgelegen hatte, die Versuchsergebnisse von Dohms als überholt bezeichn was doch wohl heißen soll, daß er ihre Unrichtigkeit erkannt hat.

Wie aus meiner auf die Angaben von Dohms sich stützenden Schilderu der Braunschweiger Dauerversuche hervorgeht, reiht sich in der nur weni Jahre umfassenden Geschichte dieser Versuche „Überholung" an „Üb holung". Man sollte meinen, daß diese Erfahrung diejenigen, die es angel zur Vorsicht mahnen und davon abhalten müßte, sich kurzweg auf den Sta punkt zu stellen: meine Versuche haben das ergeben und abweichende gebnisse sind falsch, den Föppl auch jetzt wieder, diesmal mit Bezug auf Temperaturmessungen, einnimmt.

Dabei zeigt sich, daß Föppl den Bericht von Moore und Kommers üb haupt nicht kennt, denn er schreibt die in meinem Bericht enthalten Temperaturkurven diesen Forschern zu. In Wirklichkeit haben sie wed diese Temperaturmessungen angestellt, noch darüber berichtet. Die Te peraturmessungen haben ihre Versuche auch in keiner Weise beeinflußt u die von ihnen ermittelten Werte für die Dauerfestigkeit sind unabhäng davon. Da aus diesen Werten meine Regel für die Dauerfestigkeit abgeleit ist, die zunächst nichts anderes als eine Zusammenfassung der Versuch ergebnisse von Moore und Kommers sein soll, so stehen die Temperatu messungen auch in keiner Beziehung zu meiner Regel. Ob man die Te peraturkurven für richtig halten will oder nicht, kann dem Konstrukteu für den ich meinen Bericht hauptsächlich geschrieben habe, gleichgültig sei Wenn Föppl in seinen Nachbemerkungen an den Ergebnissen der Temperatu messungen haften bleibt, so verschiebt er damit die Erörterung auf e Gebiet, das im vorliegenden Fall unwesentlich ist.

jedoch meine Ausführungen einigermaßen ersprießlich zu gestalten, e ich Gedanken über den Einfluß von Härtungsspannungen auf die ıerfestigkeit und einige andere Hinweise eingeflochten, zu denen ich n Studium neuerer amerikanischer Forschungsberichte angeregt worbin[1]).

Wenn man für die abweichenden Ergebnisse der beiderseitigen ıerversuche eine Erklärung finden will, so muß man die Versuchsrichtung, die Angaben über die Proben, das Versuchsverfahren und Auswertung der Ergebnisse vergleichen.

Versuchseinrichtung.

Was zunächst die Versuchseinrichtung im Braunschweiger Festigtslaboratorium betrifft, so kommt hier in Betracht, daß der beiders gestützte zylindrische Probestab in der Mitte belastet ist. Die t wird also da auf die Staboberfläche abgesetzt, wo die größte gungsbeanspruchung auftritt und der Bruch zu erwarten ist und von jede störende Einwirkung peinlichst fernzuhalten ist. Eine solche aber mit der Übertragung der Belastung durch ein auf die Stabmitte etztes Kugellager entsprechend der Braunschweiger Anordnung un meidlich. Ich habe auf solche Einflüsse im Abschnitt „Versuche von sche" (Z. 1923 S. 634) hingewiesen. Wöhler und Martens sowie Forscher, die sich nach ihnen auf diesem Gebiet mit Erfolg be igt haben, haben sich vor einer solchen, nur scheinbar einfachen ordnung wohlweislich gehütet. Dohms selbst hat dieses Kugellager l zu schaffen gemacht, und er hat sich redlich bemüht, die damit verüpften Nachteile zu vermindern. Er gibt darüber folgendes an: Zuerst rde der innere Laufring dieses Kugellagers mit einer kegeligen Stahlse auf dem Probestab (mit Hammerschlägen!) befestigt, und es ergab h die Dauerfestigkeit eines bestimmten Werkstoffes zu 18 bis 20 kg/mm². wurde einige Jahre lang geprüft. Dann hat man zwischen Probestab l Spannhülse eine 0,8 bis 1 mm dicke Lage Hartpapier eingebracht l die Hülse mit einer Schraubenmutter angezogen. Danach ergab h die Dauerfestigkeit des gleichen Werkstoffes zu 30 kg/mm². Nach em weiteren Jahr hat man auf die Spannhülse überhaupt verzichtet l noch einiges andere verbessert, wonach die Dauerfestigkeit des ichen Werkstoffes zu 38 bis 44 kg/mm² ermittelt wurde. Unter der nahme, daß diese Zahlen nun wirklich die wahre Dauerfestigkeit anoen, würde also das verspannte Kugellager die Dauerfestigkeit um vH herabgesetzt haben.

Wenn nun durch Lockerung des inneren Laufringes ein so sehr viel ßerer Wert für die Dauerfestigkeit erhalten wurde, was berechtigt Annahme, daß der nachteilige Einfluß dieses Lagers überhaupt bebeen sei? Den Nachweis hierfür bleibt der Verfasser schuldig, und aus n Vergleich seiner Ergebnisse mit denen anderer Forscher muß auf s Gegenteil geschlossen werden. Mindestens können die Ergebnisse ht als sicher gelten. Es ist bekannt, daß nicht verspannte Laufringe der Welle in der Drehungsebene wandern und daß die Gleitbeweng unter Pressung der Staboberfläche nicht zuträglich ist. Jedenfalls lt der Vergleich der Braunschweiger Versuchseinrichtung mit der von nois zuungunsten der Braunschweiger aus.

Eigenschaften der Werkstoffe.

Berichte über Dauerfestigkeitsversuche müssen, wenn sie als wissenıaftlich gelten sollen, die erforderlichen Angaben über den Werkstoff halten. Sie sollten die Ergebnisse der Elementar-Analyse, Angaben r den Werdegang, mindestens aber über die Warmbehandlung, die genommen wurde, um bestimmte Eigenschaften zu erzielen, und alles halten, was erforderlich ist, um sich über die Gleichmäßigkeit des rkstoffes ein Urteil bilden zu können. Diese Angaben sind gerade legierte Stähle nach Art der von Dohms untersuchten, besonders Rücksicht auf die inneren Spannungen, sehr wichtig, weil angenomn werden muß, daß deren Einfluß auf das Versuchsergebnis recht ıeblich sein kann. Über all das enthält die Arbeit von Dohms hts! Er hat die Proben in dem Zustand verwendet, wie sie vom hlwerk geliefert worden sind, und Elementar-Analyse und Warmıandlung werden als Werksgeheimnis betrachtet. Als ob solche Ge mniskrämerei angesichts der wissenschaftlichen Veröffentlichungen er Stähle dieser Art einen vernünftigen Zweck hätte! Aus Bemerngen über Ausbiegen von Probestäben, aus den Werten für die Zugtigkeitseigenschaften und die Dauerfestigkeit schließe ich, daß die obestäbe nicht so spannungsfrei und gleichmäßig waren, wie es für ındlegende Versuche erforderlich ist.

Der schon erwähnte Bericht von Harsch[1]) enthält Mitteilungen er Versuchsergebnisse, die meines Erachtens auf den Einfluß solcher annungen — Härtungsspannungen — auf die Dauerfestigkeit einiges cht werfen. Zu diesen Versuchen sind die in meiner Abhandlung Bd. 67 (1923) S. 631 in Zahlentafel 1 unter Nr. 7 und Nr. 10 aufgeführten ihle und ein weiterer, letzterem sehr ähnlicher Stahl Nr. 10 a verndet worden. In erster Linie verdienen die Versuche mit dem Nickelıhl Nr. 7 (3,5 Ni und 0,41 C) Beachtung.

Dieser Stahl wurde 30 Minuten lang auf 830 °C gehalten und dann Ofen abgekühlt, sodann auf 790 °C erwärmt, 15 Minuten lang auf ser Temperatur gehalten und in Öl abgeschreckt. Mit Probestäben s dem so behandelten Stahl wurde erhalten:

Elastizitätsgrenze $\sigma_E = 148$ kg/mm² (Streckgrenze σ_S
Zugfestigkeit $\sigma_Z = 207$ kg/mm² nicht vorhanden)
Dauerfestigkeit $\sigma_D = 84{,}5$ kg/mm².

Ferner wurden so behandelte Stähle je 30 min lang auf Temperaturen von 205° bis 650 °C gehalten und an der Luft abgekühlt. Die Untersuchung ergab:

Anlaßtemperatur	205	315	425	535	650 °C
σ_S	($\sigma_E = 174$)	138	112	95,5	61 kg/mm²
σ_Z	198	159	121	104	85 „
σ_D	79	69	63	55	46 „
$a = \dfrac{\sigma_D}{^1/_2(\sigma_S + \sigma_Z)}$	(0,42)	0,46	0,54	0,55	0,63.

Die in meiner Abhandlung Z. 1923 S. 632 in Zahlentafel 2 mitgeteilten Versuchswerte beziehen sich, von zwei Ausnahmen abgesehen, auf Stähle, deren Zugfestigkeit unter 100 kg/mm² liegt, und aus ihnen ist die Regel $\sigma_D = a \cdot \dfrac{\sigma_S + \sigma_Z}{2}$ mit $a = 0{,}57$ abgeleitet worden. Demgegenüber umfaßt die vorstehende Versuchsreihe außer dem auf 650° angelassenen, also vergüteten Nickelstahl nur Festigkeiten über 100 kg/mm² und bis zu 207 als Höchstwert. Der a-Wert hat sich für den vergüteten Nickelstahl ebenso groß wie früher ergeben, dagegen kleiner für die durch die niedrigen Anlaßtemperaturen erzielten großen Zugfestigkeiten. Für die Festigkeiten 104 und 121 weicht der a-Wert vom Normalbetrag 0,57 noch nicht erheblich ab, dagegen fallen die zu den großen Festigkeiten 160 und mehr gehörigen a-Werte aus dem Rahmen der zulässigen Abweichungen heraus.

Diese Erfahrung könnte als eine Bestätigung der bis in die jüngste Zeit vertretenen Ansicht, daß neben bestimmten Zugfestigkeitseigenschaften das Gefüge noch besonders von Einfluß sei, aufgefaßt werden. Dieser Annahme widersprechen aber die von mir früher mitgeteilten Versuchsergebnisse, welche die beim Konstruktionsstahl meist vorkommenden Gefüge umfassen. Besonders klar aber tritt die Unabhängigkeit der Dauerfestigkeit vom Gefüge, wenigstens hinsichtlich der mehr oder minder feinen Verteilung des Eisenkarbids im a-Eisen entsprechend den Gefügebestandteilen Perlit, Sorbit und Troostit bei den Versuchsreihen mit den Werkstoffen Nr. 10 (0,49 C) und Nr. 10 a (0,53 C) hervor.

Diese Stähle sind wie der Nickelstahl Nr. 7 geglüht, im Ofen abgekühlt, auf 790° wieder erwärmt, nach 15 Minuten in Öl abgeschreckt und schließlich 30 Minuten angelassen worden, wie in nachstehenden Zahlentafeln angegeben.

Nr. 10 (0,49 C)

Anlaßtemperatur	nicht angelassen	315	425	535	650 °C
σ_S	57	57	55	50	46 kg/mm²
σ_Z	89	89	85	75	66 „
σ_D	46	48	45	40	35 „
a	0,63	0,65	0,64	0,64	0,62.

Nr. 10a (0,53 C)

Anlaßtemperatur	nicht angelassen	205	315	425	535	650 °C
σ_S	58,5	61	57	60	52	46 kg/mm²
σ_Z	91	94	91	91	78	67 „
σ_D	47	48	47	46	41,5	37 „
a	0,63	0,62	0,63	0,61	0,64	0,65.

Der Mittelwert von a für Nr. 10 und 10 a ist 0,63. Die Abweichungen sind geringfügig, eine Abnahme nach den niedrigeren Anlaßtemperaturen hind und demgemäß ein besonderer Einfluß der verschiedenen Gefüge besteht nicht. Für die Abnahme von a mit zunehmender Härte, die für die sehr großen Festigkeiten des 3,5 Ni-Stahls nachgewiesen ist, muß deshalb eine andere Ursache gesucht werden, und ich glaube sie in den Härtungsspannungen gefunden zu haben. Bei der großen praktischen Bedeutung der Frage möchte ich weitere Gesichtspunkte für diese Auffassung anführen.

Der Nickelstahl Nr. 7 gehört schon nach seiner Elementar-Analyse zu den harten Stählen und für den gehärteten Zustand ist die Brinell-Härte zu 522 bestimmt worden. Wenn diese Härteziffer auch noch kleiner als die des gehärteten Kugelstahls ist, auf den sich meine Arbeit „Prüfverfahren für gehärteten Stahl" in Z. Bd. 51 (1907) S. 1445 bezieht, so sind die darin niedergelegten Erfahrungen, die auf Härtungsspannungen Bezug haben, im vorliegenden Fall doch von einigem Belang. Danach schwankte die Biegungsfestigkeit von 29 mit besonderer Sorgfalt gehärteten Stäbchen zwischen 200 und 290 kg/mm², also um 30 vH des Höchstwertes. Eine ähnlich große Streuung ergab sich für die Spannung, die beim Gegeneinanderdrücken gleicher Stahlkugeln den am Umfang der Druckfläche auftretenden Kreissprung herbeiführte. Dieser große Unterschied kann nur durch Härtungsspannungen erklärt werden, die ja in den Härterissen und im Verziehen besonders sinnfällig werden. Wirken aber Härtungsspannungen schon auf die Zugfestigkeit ein, so wird die Dauerfestigkeit dadurch auch beeinflußt werden. Man darf freilich nicht erwarten, daß ziffernmäßig der Einfluß bei der Zugprobe und Dauerbiegeprobe gleich groß ist. Fließt der Werkstoff beim Zugversuch auch nur wenig, beträgt die Bruchdehnung oder die Einschnürung auch nur wenige Hundertstel der Meßlänge oder des Querschnitts, so haben die Härtungsspannungen keinen großen Einfluß auf die

[1]) J. W. Harsch, Heat treatment and the strength of steel under ɔeated stresses. „Forging and Heat Treating". Pittsburgh, Pa., Januar 1923, S. 57.
H. F. Moore and T. M. Jasper, Recent developments in fatigue of tals, „The Iron Age" September 1923 S. 781.
D J. Mc Adam jr., Endurance properties of steel. Vorlage zur Jahresversammlung der American Society for Testing Materials in Atlantic y am 25. bis 29. Juni 1923 (Untersuchungen der U. S. Engineering Experintal Station).

Zugfestigkeit. Dagegen kann beim Dauerversuch, wo sich der Bruch ohne merkliche Formänderung ausbildet, ihre Wirkung beträchtlich sein. Nimmt aber die Dauerfestigkeit mehr ab, als die Zugfestigkeit, so wird der a-Wert kleiner. Da bei der Versuchsreihe Nr. 7 selbst der härteste Stahl noch 6 vH Bruchdehnung ergab (für $d = ½''$ und $l = 2''$), so dürfte die Zugfestigkeit durch die Härtungsspannungen nicht getrübt worden sein und ihr Einfluß auf die Dauerfestigkeit in der Abnahme von a voll zum Ausdruck kommen.

Ein weiterer wesentlicher Gesichtspunkt für die Erklärung folgt aus den Angaben über die Herstellung der Proben. Insoweit die Bearbeitung mit Schneidstählen möglich war, wurde der Stahl in Form von Stangenabschnitten von 25,4 mm Dmr. und 330 mm Länge der Warmbehandlung unterworfen. In den andern Fällen wurden die Proben mit 1,27 mm Zugabe zur Warmbehandlung und durch Schleifen auf Maß gebracht. Das erste Verfahren dürfte wohl bei allen Proben der Reihen Nr. 10 und 10a und bei den auf 650 ° angelassenen Stählen von Nr. 7, das letztere Verfahren aber bei den auf 205 ° und 315 ° und vermutlich auch bei den auf 425 ° und 535 ° angelassenen Proben von Nr. 7 angewendet worden sein. Jenes liefert fast spannungsfreie Probestücke, und für sie ist ausnahmslos der gleiche und hohe a-Wert ermittelt worden. Beim zweiten Verfahren bleiben erhebliche Spannungen im Stahl, und die Staboberfläche wird beim Schleifen noch besonders ungünstig beeinflußt. In dieser Hinsicht beziehe ich mich auf meine früheren Versuche mit gehärteten Stahlkugeln, die ergeben haben, daß bei geschliffenen Kugeln der oben erwähnte Kreissprung bei einer viel kleineren Belastung auftrat als bei ungeschliffenen. Hiernach kann nicht mehr zweifelhaft sein, daß die Proben, deren a-Wert beträchtlich unter der Norm ist, mit Härtungsspannungen behaftet waren.

Obwohl bei der Nickelstahlreihe mit zunehmender Härte die a-Werte abnehmen, entspricht doch stets der größeren Härte auch die größere Dauerfestigkeit. Erklärt man sich aber die Abnahme des a-Wertes mit der Wirkung von Härtungsspannungen, so kann man ohne weiteres verstehen, daß man für den härteren von zwei Stählen auch einmal die kleinere Dauerfestigkeit finden kann, und man hat nicht nötig, diesen Fall dahin zu deuten, daß die Bruchdehnung von Einfluß sein müsse. Wer freilich so denkt, wie O. Föppl: „Gegen diese Annahme (daß die Dauerfestigkeit nur von Streckgrenze und Zugfestigkeit abhängen soll), spricht von vornherein die Tatsache, daß die Bruchdehnung, die eine wesentliche Eigenschaft des Materials ist, dabei nicht berücksichtigt worden ist“[1]), den kann ich nicht überzeugen wollen. Ich weiß, daß das Vorurteil, die Dauerfestigkeit müsse auch von der Bruchdehnung abhängen, in manchen Köpfen festsitzt. Wer aber praktische Erfahrungen zu werten weiß, wird, durch die amerikanischen Forschungsergebnisse angeregt, leicht Beispiele aus der Praxis finden, die ihm ihre Richtigkeit bestätigen. Ich habe schon früher auf die Kugellager hingewiesen, denen ein Höchstwert der Beanspruchung zukommt und die aus dem sprödesten Stahl bestehen. An diesem einen Beispiel allein schon muß die Behauptung von O. Föppl zunichte werden.

Rittershausen und Fischer schlossen aus ihren Dauerschlagversuchen[2]), „daß ein praktisch ins Gewicht fallender Einfluß der Zähigkeit nicht zu erkennen sei“, und sie haben ihre Erfahrung bei den Schwinghebeln von Schnellhämmern, die zum Schmieden von Werkzeugstahl dienen, verwertet. Sie haben solche Hebel aus im Einsatz gehärteten Stahl hergestellt und gleich mit dem ersten fünfmal so lange arbeiten können, wie mit dem besten vordem verwendeten Hebel aus vergütetem Stahl.

Ich habe diese Betrachtung über die Proben nicht nur im Hinblick auf die Braunschweiger Versuche, sondern auch auf einige neuere auswärtige Versuchsberichte angestellt. Man kann manche Versuchsergebnisse nicht verstehen, geschweige denn auswerten, wenn man nicht berücksichtigt, daß die Proben erhebliche Fehlerquellen bergen können. Nicht selten weist darauf schon die große Streuung der Einzelwerte einer Versuchsreihe, die gleichen Werkstoff voraussetzt, hin. Die Würdigung der Ergebnisse erfordert eben Erfahrung und kritischen Sinn. Wer Versuchswerte verschiedener Forscher oder auch nur von verschiedenen Werkstoffen einfach nebeneinander stellt, ohne die möglichen Nebenumstände in Betracht zu ziehen, oder gar auf diese bequeme Weise Mittelwerte bildet, muß zu falschen Schlüssen gelangen.

Ich habe den Versuchsbericht von Moore und Kommers eingehend geprüft, bevor ich ihn als vertrauenswürdig bezeichnete. Bei ihren Versuchen war die Warmbehandlung in hohem Grade darauf eingestellt, die Materialspannungen möglichst gering zu halten, und das kommt in den Ergebnissen zum Ausdruck. Beurteilt man in Ermangelung anderer Anhaltspunkte die Braunschweiger Probestäbe nach den Versuchsergebnissen, so kann das Urteil nicht günstig sein.

Über die Zerreißproben gibt Dohms an, sie seien Normalproben, — also doch wohl 20 mm dick — und aus den Bruchstücken der Dauerbiegeproben herausgearbeitet worden. Dabei ist nicht dem Umstand Rechnung getragen, daß die Festigkeitseigenschaften der gehärteten und angelassenen Stangen in Richtung des Durchmessers veränderlich sind. Für die Dauerbiegefestigkeit geben Eigenschaften der Außenschicht den Ausschlag, Zugfestigkeit und Streckgrenze gelten für den im allgemeinen weicheren Kern der Stange. Indem die amerikanischen Forscher ihren Zugproben 12 mm Dmr., den Biegeproben aber 7,6 mm Dmr. gaben, erhielten sie unmittelbar vergleichbare Werte.

[1]) Schweizerische Bauzeitung Bd. 83 (1924) S. 20.

[2]) Über Dauerbrüche an Konstruktionsteilen und die Kruppsche Dauerschlagprobe. Kruppsche Monatshefte Juni 1920.

Versuchsverfahren.

Bei den Illinois-Versuchen hat man die Belastung der einzeln Probe auf gleicher Höhe gehalten, bei den Braunschweiger Versuch jeden Stab stufenweise zunehmend belastet. Die erste Belastung w kleiner als die vermutete Dauerbelastung; nach 20 Mill. Spannung wechseln wurde die Beanspruchung um 1 kg/mm² erhöht; entsprechen wurde die Steigerung der Belastung fortgesetzt, bis der Bruch eintr Da dieses Verfahren den Verhältnissen der Praxis nicht entspricht, ist es nur gerechtfertigt, wenn beide Verfahren zum gleichen Ergebn führen. In Amerika und England hat man Versuche zur Klärung dies Frage angestellt. H. F. Moore und T. M. Jasper, McAdam u Lea[3]) geben an, daß die Stäbe bei stufenweiser Belastung eine größe Beanspruchung aushalten. Da mir ihre Mitteilungen zur Bildung ein eigenen Urteils nicht genügen, so halte ich diese Frage vorläufig f ungeklärt.

Auswertung der Ergebnisse.

Die Auswertung der Ergebnisse war bei den Braunschweiger Ve suchen insofern einfach, als für jede Probe eine Beanspruchung vorla bei der sie brach, und eine nur wenig kleinere, bei der sie 20 Mill. Spa nungswechsel ausgehalten hatte. Man erhält für jeden einzelnen St einen Wert der Dauerfestigkeit. Das hat dazu verleitet, von den meist Werkstoffen nur eine einzige Probe und nur von wenigen je 2, 3 od 4 Proben zu prüfen. Die Versuchsergebnisse sind deshalb mit de Einfluß der Zufälligkeiten und Unvollkommenheiten der Probe behaft der sehr groß sein kann. Moore und Kommers haben die Daue festigkeit eines Werkstoffes in sehr geschickter Weise aus einer Ve suchsreihe ermittelt, die 10 bis 20 Proben umfaßt. Sie gewinnen Anhaltspunkte über die Streuung, die für die Beurteilung des Wer stoffes wichtig und bei Wahl der zulässigen Beanspruchung zu berüc sichtigen ist (vergl. Z. 1923 S. 636), und kommen zu einem besser au geglichenen Wert für die Dauerfestigkeit.

In der erwähnten Festschrift hat O. Föppl die in meinem vora gegangenen Bericht enthaltene Angabe, daß bei den Illinois-Versuche zwischen 10 und 100 Mill. Spannungswechseln kein Bruch mehr auftra dahin umgedeutet, „daß ein Überstehen von 10 Mill. Belastungswechsel gleichbedeutend mit dauernder Haltbarkeit sein soll“ und hinzugefüg daß dieses Ergebnis nicht mit den Tatsachen übereinstimme. He Föppl hat sich weder an meine Worte, noch an deren Sinn gehalte über den kein Zweifel bestehen kann, denn ich habe weiterhin au geführt, daß die Dauerfestigkeit unter Berücksichtigung der Proben, di 100 Mill. Spannungswechsel ausgehalten haben, bestimmt worden se Wie hätte ich denn die Auffassung vertreten können, daß eine Prob nach mehr als 10 Mill. Spannungswechsel nicht mehr brechen könne, d ich doch in den Abschnitten über die Dauerversuche von Wöhle und Martens die Fälle hervorgehoben habe, wo der Bruch nach meh als 10 Mill. Spannungswechseln eintrat! Die sinngemäße Deutung find ich in nachstehender Äußerung des englischen Forschers Lea: „U die Dauerfestigkeit zu erhalten, fängt man am besten mit einer de Bruch sicher herbeiführenden Beanspruchung an. Die Beanspruchun der folgenden Proben wählt man dann kleiner und kleiner. Hat ma erreicht, daß die Proben 10 Mill. Spannungswechsel aushalten, so wei man, daß man der Dauerfestigkeit bis auf wenige Prozent nahe ge kommen ist.“

Ich verzichte darauf, den befremdlichsten Teil der Braunschweige Versuche über die Ermittlung der Erwärmungsgrenze zu besprechen und komme zum Schluß:

Bei der mir aufgenötigten Parallele mit den Braunschweiger Ver suchen tritt die Bedeutung der amerikanischen Versuche noch deut licher hervor. Sie sind für uns wichtiger als die mancherlei neuen Prü verfahren, die in dieser Zeit auftauchen und deren praktischer Wer mindestens zweifelhaft ist. Diese sind nur kennzeichnend für die Un klarheit und geradezu Verworrenheit, die auf dem Gebiet der Material prüfung herrscht. Wie wenige wissen, was der Zerreißversuch den Konstrukteur zu sagen hat, und mit dem Verständnis für die Kerbschlag probe ist es noch schlechter bestellt. Erst die neueren Dauerversuch haben in dieser Hinsicht wichtige Aufschlüsse gebracht, und wir dürfe von solchen Arbeiten noch manche wertvolle Erkenntnis erwarten. Fü sie gilt aber das Wort, daß man die Spreu von dem Weizen sonder muß.

Meine Darlegungen über die zulässige Beanspruchung in Z. 192 S. 636 sind dahin zu ergänzen, daß der a-Wert 0,57 nur für ganz ode nahezu spannungsfreien Werkstoff gilt. Innere Spannungen (Härtungs spannungen, Reckspannungen) können von beträchtlichem Einfluß sein und sind besonders zu berücksichtigen. Eine allgemeine Regel läßt sich nicht aufstellen. Die Nutzanwendung dieser Erfahrung muß in erste Linie die sein, daß man solche Spannungen möglichst zu vermeiden sucht. Man wird meist erreichen können, daß die Härtungsspannungen nur noch bei den sehr harten Stählen von mehr als 100 kg/mm² Zug festigkeit eine Rolle spielen. Daß man bei einfachen Formen auch den härtesten Stahl unbedenklich für Maschinenteile verwenden darf, von denen ein hoher Grad der Betriebsicherheit verlangt wird, dafür sind die Kugellager ein Beispiel. [Z 1883]

Stuttgart. Prof. Dr.-Ing. R. Stribeck.

[3]) The effect of repetition stresses on materials. Engineering Bd. 115 (1923 Nr. 2981/82.

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

NR. 30 SONNABEND, 26. JULI 1924 BD. 68

INHALT

Atomaufbau und Atomzertrümmerung.

Von Prof. Dr. M. v. Laue, Berlin.

Vorgetragen im Berliner Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure am 7. Mai 1924.

Der Vortrag berichtet über Bohrs Theorie der Spektralserien und über die heutigen Anschauungen über die Zusammensetzung des Atomkerns.

Der Physiker, der heutzutage über Atomtheorie vortragen soll, kommt dabei, wenn er es gewissenhaft nimmt, in jene peinliche Lage, welcher Goethe in dem berühmten Eingangsmonolog im Faust so lebhaften Ausdruck verleiht. Er soll Dinge lehren, die er selbst nicht weiß. Trotz aller Erfolge der heutigen Atomtheorie, die auch schon in die Technik überzugreifen beginnen, sind wir weit davon entfernt, auf jede einschlägige Frage eine Antwort geben oder auch nur einen Weg zeigen zu können, auf dem eine solche Antwort zu finden wäre. Unter diesen Umständen möchte ich in meinem Vortrag einen Ausweg wählen, der in solchen Fällen häufig eingeschlagen wird. Ich möchte die historische Entwicklung der Atomtheorie schildern. Nebenbei hat dieser Ausweg vielleicht noch den Vorteil, daß er Ihnen einen Einblick gibt in das Ringen des menschlichen Geistes mit einem der schwierigsten Probleme, vor die ihn die Natur gestellt hat.

Über die Anfänge der naturwissenschaftlichen Atomistik brauche ich mich in diesem Kreise nur kurz zu fassen. Sie wissen, wie das Gesetz der konstanten und multiplen Proportion in der Chemie zur Atomistik geführt hat und wie die Chemiker im Anschluß daran in jahrzehntelanger Arbeit die relativen Atomgewichte festgestellt haben, in denen sich das Massenverhältnis der verschiedenen Atome ausspricht. Eine zweite Station der Atomistik bedeutet die kinetische Gastheorie, welche Clausius, Lord Kelvin, Boltzmann und Maxwell in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts begründet und zur höchsten Vollendung gebracht haben. Sie lehrte, aus den Erscheinungen der inneren Reibung, der Wärmeleitung und Diffusion die Atome, die einem Grammatom angehören, zu zählen und damit ihre Massen absolut in Gramm zu bestimmen. So wissen wir zum Beispiel, daß das leichteste Atom, das des Wasserstoffes, $1{,}64 \cdot 10^{-24}$ Gramm wiegt. In ein weiteres Stadium kam die Atomistik, als man das Faradaysche Grundgesetz der Elektrolyse dahin deutete, daß sich auch die elektrischen Mengen nicht in beliebig kleine Teilchen spalten lassen, daß es vielmehr ein Elementarquantum sowohl der positiven wie der negativen Elektrizität geben muß, die beide dem Betrage nach einander gleich sind. Bald kam für das Elementarquantum der negativen Elektrizität der Name Elektron auf, und ich will hier gleich erwähnen, daß man für das Elementarquantum der positiven Elektrizität jetzt vielfach den Namen Proton braucht.

Ungemein wichtig war es, daß man das Elektron in den neunziger Jahren im freien Zustand in den Kathodenstrahlen fand, aber vielleicht noch wichtiger, daß die magnetische Aufspaltung der Spektrallinien, der sogenannte Zeeman-Effekt, das Vorhandensein von Elektronen in den Atomen und ihr Mitwirken beim Leuchtvorgange bewies. Damals stellte Thomson sein Atommodell auf, demzufolge das Atom aus einer verhältnismäßig großen positiven elektrisch geladenen Kugel bestehen sollte, in welchen sich die Elektronen, durch die elektrischen Kräfte in Gleichgewichtslagen gehalten, befinden. Außer diesen elektrischen Kräften, so war Thomsons Meinung, wirken keine Kräfte auf die Elektronen. Jene positiv geladene Kugel war also für Elektronen keineswegs undurchdringlich.

Diese Idee Thomsons wurde aber bald widerlegt durch Rutherfords Versuche über die Streuung der Alphastrahlen. Wie wenig ein Alphateilchen, also ein zweifach positiv geladenes Heliumatom, im allgemeinen bei dem Durchgang durch die Materie von der Anfangsrichtung abgelenkt wird, zeigt Abb. 1, wo die Bahnen solcher Teilchen in Luft nach der Wilsonschen Methode der Nebeltröpfchen photographisch aufgenommen sind. Die Bahnen sind fast gerade Linien, nur selten findet sich an einer von ihnen ein so scharfer Knick, wie ihn die in größerem Maßstab wiedergegebene Abb. 2 aufweist. Nach dem Durchgang durch dünne Schichten fester Körper findet man dementsprechend alle Strahlrichtungen nur wenig abweichend von der anfänglichen; nur einige wenige Teilchen finden sich um große Winkel abgelenkt, allerdings dann manchmal so stark, daß sie auf derselben Seite der Schicht austreten, durch die sie eingetreten sind.

Diese Tatsachen lassen sich nun zwanglos dahin deuten, daß die Alphateilchen von den Elektronen, die sich in den Atomen des durchstrahlten Körpers finden, viele Ablenkungen erfahren, deren jede aber deswegen gering ist, weil die Masse des Elektrons mehrere tausendmal kleiner ist als die des Alphateilchens. Auch bei der häufigen Summation kommt keine bedeutende Ablenkung zustande, zumal die Ablenkungsrichtungen von Stoß zu Stoß ganz verschieden sind, und sich die Ablenkungen zum Teil daher aufheben. Jene wenigen Ablenkungen von großem Betrag aber weisen zwingend darauf hin, daß noch andre Ablenkungsursachen — wenn auch selten — auftreten. Und das war für Rutherford der Beweis, daß die Atome einen positiven, praktisch die ganze Atommasse enthaltenden Kern von sehr kleinen Abmessungen haben. Die Kleinheit erklärt einmal die Seltenheit eines Zusammenstoßes zwischen dem Alphateilchen und ihnen sowie die Größe der elektrischen Kräfte, also der Ablenkung, die im Fall eines solchen Stoßes eintritt. Aber auch diese Bedingungen reichten nicht dazu aus, falls nicht dem Kern eine Masse zukäme, die von derselben Größenordnung ist wie die Masse des Alphateilchens.

Nach dem Rutherfordschen Atommodell gleicht also das Atom einem Planetensystem darin, daß die Elektronen einen ihnen an Masse weit überlegenen Zentralkörper umkreisen. Eine Ruhelage gibt es für sie ebensowenig wie für die Planeten. Der

Abb. 1. Aufgenommen nach der Wilson-Methode der Nebeltropfen.

Abb. 2. Ablenkungen wie in Abb. 1, jedoch mit scharfem Knick.

Abb. 1 und 2. Ablenkung des zweifach positiv geladenen Heliumatoms beim Durchgang durch Materie.

Unterschied besteht freilich darin, daß die Planeten sich gegenseitig anziehen, die Elektronen aber abstoßen. Da aber wenigstens bei den schwereren Atomen die positive Kernladung ein Vielfaches der negativen Elektronenladung beträgt, so macht dieser Unterschied qualitativ vielleicht nicht so sehr viel aus.

Soweit war die Atomtheorie gekommen, als ein ganz andrer Strom der physikalischen Forschung sich mit ihr vereinigte. Planck war 1900, ausgehend von der Frage nach der Beschaffenheit des Spektrums in der Hohlraumstrahlung, auf eine neue Naturkonstante, das elementare Wirkungsquantum, geführt worden, das man nach seinem Vorgang stets mit dem Buchstaben h bezeichnet. Diese Entdeckung war anfangs nur wenig beachtet worden, denn Plancks Theorie war revolutionär im höchsten Maße, warf sie doch die Stetigkeit in der Veränderung der Energie eines schwingungsfähigen Gebildes, an der bis dahin kein Mensch gezweifelt hatte, über Bord und behauptete statt dessen, daß ein Oscillator von der Schwingungszahl ν nur solche Energiestufen annehmen könnte, welche das ganze Vielfache des Energiequantums $h\nu$ sind.

Lange dauerte es, bis man die Notwendigkeit einer solchen Revolution begriff; Planck blieb mehrere Jahre ohne Nachfolger, bis dann Einstein dieselbe Konstante in der Abhängigkeit der spezifischen Wärme von der Temperatur wiederfand und fast gleichzeitig in unerhörter Kühnheit die Behauptung aufstellte, daß die Materie bei jedem Energieaustausch mit monochromatischer Strahlung von der Schwingungszahl ν nur Energie vom Betrage $h\nu$ hergeben oder absorbieren könne. Diese Einsteinsche Gleichung der emittierten oder absorbierten Energie $E = h\nu$ bildet eine der Grundlagen der heutigen Atomtheorie.

Die Vereinigung der beiden besprochenen Forschungsströme vollzog Niels Bohr 1913. Nach dem Bohrschen Atommodell unterscheidet sich das Atom dadurch wesentlich vom Planetensystem, daß die möglichen Elektronenbahnen keine stetige Folge bilden, sondern daß unter den nach dem elektrischen Kraftgesetz möglichen Bahnen nur eine geringe, diskrete Menge wirklich von den Elektronen beschrieben werden kann. Würde unser Planetensystem durch einen von außen eindringenden Körper in Unordnung gebracht, so würden in Zukunft alle Planeten auf wesentlich anderen Bahnen laufen. Das Atom, welches, wie die chemische und physikalische Atomistik beweist, einen bestimmten Normalzustand aufweisen muß, kehrt nach einer Störung in kürzerem oder längerem Zeitraum wieder genau in den ungestörten Zustand zurück.

Wodurch sind diese stationären Elektronenbahnen im Atom gekennzeichnet? Bohr gab die Quantenregel zunächst nur für die Kreisbahnen, die ein einzelnes Elektron um den Atomkern beschreiben kann, und sie lautet ganz einfach dahin, daß der Drehimpuls dieser Bewegung ein ganzes Vielfaches von h bilden muß. Man unterscheide[t] also einen einquantigen Krei[s], einen zweiquantigen, dreiquan[-] tigen usw., je nach dem Vielfache von h, welches dabei eine Roll[e] spielt; je größer die Quanten[-] zahlen, um so größer der Durch[-] messer des Kreises, Abb. 3. Na[-] türlich haben diese verschiede[-] nen Bahnen verschiedene Ener[-] gien. (Die Energie ist dabei di[e] Summe aus der kinetischen un[d] der potentiellen Energie, die au[f] der Anziehung zwischen Ker[n] und Elektronen beruht.) J[e] größer die Quantenzahl, je größe[r] also der Halbmesser des Kreises, um so größer ist die Energie die[-] ser Bahn. Wenn nun das Elek[-] tron von einer Bahn höherer z[u] einer Bahn niedrigerer Energi[e] übergeht, so ändert sich die Ener[-] gie des Atoms und die Energie[-] differenz muß in der einzige[n] Form weggehen, die nach unse[-] ren heutigen Kenntnissen für ei[n] isoliertes Atom in Betrach[t] kommt, nämlich als elektromag[-] netische Strahlung. Umgekehr[t] kann das Atom unter Absorptio[n] dieses Energiebetrages aus ein[-] fallender Strahlung von eine[r] Bahn niedriger zu einer solche[n] höherer Energie überführt wer[-] den. Diese emittierte oder absorbierte Strahlung ist nun i[n] ihrer spektralen Zusammensetzung keineswegs beliebig, sonder[n] sie hat eine bestimmte Schwingungszahl. Un[d] nun benutzt Bohr die erwähnte Einsteinsche Gleichung, derzufolge die Schwingungszahl multipliziert mit h gleich der abgegebenen Energie ist. Nicht also steht die Schwingungszahl mehr wie in älteren Theorien in unmittelbarer Beziehung zu der Schwingungszahl eines Elektrons im Atomverband; vielmehr unterscheidet sich sowohl die Umlaufzahl in der Anfangs- als auch in der Endbahn im allgemeinen sehr wesentlich von der Schwingungszahl des beim Übergang emittierten oder absorbierten Lichtes.

Diese Annahme hätte man sicherlich als phantastisch abgetan, hätte sie nicht von vornherein sehr viel in der Erklärung bis dahin unverständlicher Beobachtungen geleistet. 60 Jahre lang, seit Kirchhoff und Bunsen, kannte man die charakteristischen Spektren der Elemente im sichtbaren und in den anschließenden ultravioletten und ultraroten Teilen des Spektrums. Unübersehbar erschien zunächst die Fülle der Linien, die demselben Element angehören. Immerhin war rein empirisch schon manche Gesetzmäßigkeit aufgefunden; die erste und einfachste in den 80er Jahren von dem Baseler Lehrer Balmer. Balmer war ein Zahlenmystiker, der überall in der Natur nach Zusammenhängen mit Zahlen suchte. Bei diesem ziemlich phantastischen Streben tat er doch einen großen Fund; er bemerkte, daß die bekanntesten Spektrallinien des Wasserstoffes sich in eine Reihe ordnen lassen, indem ihre Schwingungszahlen sich aus dem einfachen Gesetz $\nu = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$ ableiten, wenn man für n den Wert 2 und für m

Abb. 3. Quantenbahnen im H-Atom.

Reihe der Zahlen 3, 4, 5 usw. einsetzt. R ist eine ıstante. Abb. 4 zeigt diese Balmerreihe des asserstoffes im Schema. Man sieht, wie auf die ıgwellige rote Linie H_α in ziemlich großen Abständen blaue, H_β, und die violette Linie H_γ folgt, während weiteren Linien, H_δ, H_ε usw. benannt, die sich mehr l mehr zusammendrängen, zum nicht mehr sicht-ren ultravioletten Spektrum gehören. Mit welcher Genauig-it die Balmerformel gilt, zeigt Zahlentafel 1, in der die be-achteten und die berechneten Wellenlängen untereinander-stellt sind.

Zahlentafel 1. Balmerreihe der Spektrallinien des Wasserstoffes, abgeleitet nach der Formel

$$\nu = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right).$$

	$m=3$	$m=4$	$m=5$	$m=6$	$m=7$	$m=8$	$m=9$
ıeobachtet	6563,07	4861.52	4340,64	4101,90	3970,24	3889,21	3835,54
ıerechnet	6563,01	4861,49	4340,66	4101,90	3970,25	3889,21	3835,53

Auch bei andern Elementen hatte man daraufhin Reihen von ıien aufgefunden, die ähnlichen, wenn auch nicht ganz so ein-chen Gesetzen gehorchen. Abb. 5 zeigt z. B. die Hauptserie s Natriums. Auch hier sieht man, wie die Linien zunächst oße Abstände haben, sich aber dann, wenn wir zu kürzeren ellen übergehen, immer mehr zusammendrängen.

Diese Balmerserie konnte nun Bohr durch seine Annahmen klären und ebenso die nach demselben Gesetz aufgebaute man- und Paschenserie des Wasserstoffes, bei denen nur für n ıtt 2 die Werte 1 oder 3 zu setzen sind. Die Energie nämlich s m-quantigen Kreises im Atomverband ist $= \frac{-R}{m^2}$, wobei sich e Zahl R in vollster Übereinstimmung mit der Erfahrung aus m elementaren Wirkungsquantum h, der elektrischen Elemen-

Abb. 4. Absorptionsspektrum von Wasserstoff.

rladung e und der Elektronenmasse m nach der Formel $= \frac{2\pi^2 m e^4}{h^2}$ berechnet[1]). Geht das Elektron vom $m$ten in den $n$ten reis über, so muß dabei nach der Einsteinschen Formel Licht ı der Schwingungszahl $\nu = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$ ausgesandt werden. as ist gerade das Seriengesetz für die genannten Wasserstoff-ihen. Die Linien der Balmerreihe haben, sofern sie emit-ert werden, die Endbahn gemeinsam, nämlich den zweiquan-gen Kreis, und H_α z. B. entsteht beim Übergang vom drei-ıantigen in den zweiquantigen Kreis, wie das Abb. 3 durch ıen Pfeil andeutet. Die ultraviolette Reihe hat als gemeinsame ıdbahn ihrer Linien den einquantigen, die ultrarote Reihe Paschen) den dreiquantigen Kreis. Im Fall der Absorption sind e erwähnten Bahnen natürlich die Anfangs-, nicht die End-hnen. Diese Deutung alter spektroskopischer Erfahrungen ldet die Großtat Bohrs.

Der einzelne Planet, der eine Sonne umkreist, beschreibt ıer im allgemeinen nicht einen Kreis, sondern eine Ellipse. (Die ıderen Kegelschnitte, Parabel und Hyperbel, die ja auch dyna-isch möglich sind, scheiden hier aus, da ein auf ihnen laufen-er Körper die Sonne nicht dauernd umkreisen würde.) Ebenso nd Ellipsen als Bahn des einzelnen Elektrons am Atomkern ach dem elektrostatischen Anziehungsgesetz möglich, u. zw. ne stetige Folge von ihnen. Aber ebenso wie bei den Kreisen muß e Atomtheorie als verwirklicht nur eine kleine diskrete Schar nter ihnen betrachten, und die sie auswählenden Quantenbe-ingungen verdanken wir den Arbeiten Sommerfelds. Diese ellip-schen Quantenbahnen lassen sich so in Klassen einteilen, daß ie Bahnen einer Klasse den größten Durchmesser und deswegen, ie aus der Planetentheorie bekannt, auch dieselbe Energie aben. Sie unterscheiden sich in ihrer Exzentrizität, die einige erschiedene Werte in jeder Klasse annehmen kann. Darunter t auch der Wert null; er entspricht einem der Bohrschen Kreise.

[1]) Der Wert null der Energie entspräche einem Elektron, welches in un-ıdlich großem Abstand vom Atomkern relativ zu diesem ruht.

Abb. 5. Absorptionsspektrum der Hauptserie von Natrium nach Holtzmark.

Gerade weil die Einführung der Ellipsenbahnen zunächst keine neuen Energiebeträge liefert, führt sie nach der Einsteinschen Gleichung auch zu keinen neuen Spektrallinien. Es bleibt danach einfach unbestimmbar, ob z. B. H_α als Endbahn den erwähnten zweiquantigen Kreis oder die Ellipse von gleicher Energie hat.

Aber die völlige Gleichheit der Energie ergibt die Rechnung nur dann, wenn man die klassische Dynamik benutzt. Wir wissen, daß für schnellere Bewegungen — und das Elektron hat im Wasserstoffatom schon Geschwindigkeiten von der Größenordnung 10^8 cm/s — die Dynamik der Relativitätstheorie die Vorgänge genauer wiedergibt. Führt man sie ein — und auch das hat Sommerfeld getan —, so treten zwischen den Ellipsenbahnen derselben Klasse kleine Unterschiede in der Energie auf. Es ist also jetzt nicht mehr ganz dasselbe, ob H_α den Kreis oder die Ellipse als Endbahn hat, sondern es bedingt nach der Einsteinschen Formel einen kleinen Unterschied in der Schwingungszahl der Linie. Diese ist infolgedessen gar nicht mehr eine ein-

Abb. 6. Energieniveaus der He_2.

heitliche Linie, und die Mehrfachheit der möglichen Anfangsbahnen trägt ihrerseits noch zur Vervielfachung bei. Sie zeigt wie auch die andern Serienlinien des Wasserstoffs eine Feinstruktur.

Das Heliumatom enthält im neutralen Zustande zwei Elektronen, als positives Ion infolgedessen eins. Dann haben wir dieselben Verhältnisse wie beim neutralen Wasserstoffatom, nur daß die Kernladung jetzt doppelt so groß ist. Dies bedingt gegenüber der Balmerschen Formel eine Vervierfachung der Konstanten R; sonst bleibt diese Gleichung in Geltung. Die Feinstruktur aber verändert sich lediglich in dem Sinn, daß sich die Abstände der Komponenten einer Linie versechzehnfachen, falls wir in Schwingungszahlen messen. Deswegen hat auch Paschen die Sommerfeldsche Theorie der Feinstruktur zuerst am Helium geprüft und bestätigt. Mit der viel schwerer aufzulösenden Struktur der Wasserstofflinien haben sich auch schon viele Forscher beschäftigt; die Messungen darüber widersprechen sich aber noch gegenseitig, so daß ein Urteil über die Übereinstimmung mit jener Theorie zurzeit nicht möglich ist.

Das Lithiumatom hat im neutralen Zustande drei Elektronen, als doppelt positives Ion also wiederum nur eins. Dann müssen sich die Formeln für die Schwingungszahl und für die Linienspaltung auch unmittelbar aus den entsprechenden Formeln für Wasserstoff ableiten lassen. Nur daß die Konstante R verneunfacht, die Aufspaltungen vereinundachtzigfacht sind. Darüber fehlen aber bisher alle Versuche.

Soweit läßt sich die Bohrsche Atomtheorie in allen Einzelheiten rechnerisch durchführen. In allen andern Fällen, wenn zwei oder mehr Elektronen den Atomkern umkreisen — beim nichtionisierten Uran sind es 92 —, versagt aber die Rechnung aus denselben mathematischen Gründen, aus denen die Astronomen schon beim Drei-Körper-Problem vor unüberwindlichen Schwierigkeiten stehen. Wir können weder die dynamisch möglichen Bahnen rechnerisch ermitteln, noch die Quantenvorschriften zur Auswahl der stationären Bahnen unter ihnen anwenden. Daher gelingt auch die Berechnung der ihnen entsprechenden Energiestufen nicht. Trotzdem bringt Bohrs Theorie auch in so verwickelte

Spektren, wie die des Neons oder des Eisens, Ordnung. Denn vermöge der Einsteinschen Gleichung führt sie alle diese Linien zurück auf eine verhältnismäßig geringe Zahl verschiedener, empirisch ermittelter Energieniveaus. Daß ihr dies unter Wahrung der vollen Genauigkeit der spektroskopischen Messungen gelingt, ist trotz der fehlenden Berechenbarkeit dieser Niveaus ein schlagender Beweis für ihren Wert auch für die Erkenntnis der verwickelteren Atome.

Abb. 7. K-Serie der Elemente Kupfer bis Kalzium.

Abb. 6 soll dies am Spektrum des neutralen Heliumatoms erläutern. In der linken, „Parhelium" überschriebenen Hälfte sind als wagerechte Geraden die verschiedenen Energieniveaus des normalen Atoms eingetragen. Die Energieunterschiede sind ausgedrückt in der Spannungsdifferenz (Volt), die ein Elektron durchlaufen muß, um die entsprechende Energie zu erlangen. Je ein Pfeil zwischen zwei Niveaus entspricht einer Linie; ihre Schwingungszahl berechnet sich nach Einsteins Formel aus den Niveaus, die der Pfeil verbindet. Die rechte Hälfte mit der Überschrift „Orthohelium" stellt in derselben Art das Spektrum einer Modifikation des Heliums dar, die z. B. durch Elektronenstoß aus dem gewöhnlich allein vorhandenen Parhelium entstehen kann.

Aus diesen empirisch ermittelten Energieniveaus hat dann Bohr unter Hinzuziehung chemischer Tatsachen ungefähre Bilder für die Elektronenbahnen in verwickelteren Atomen entwerfen können. Wir erwähnen nur wenige Züge dieser Bilder, die sich übrigens schon in den älteren Arbeiten von Kossel und Langm finden. Im periodischen System der Elemente steht am En jeder Periode ein Edelgas, zuerst das Helium, dann Neon, Arg Krypton, Xenon und die Radium-Emanation. Die Unmöglichk sie in chemische Verbindung zu bringen, hat Kossel auf ei infolge hoher Symmetrie besonders stabile Anordnung der El tronen im Atom zurückgeführt. Dann versteht man in der T leicht, weshalb das Alkalimetall, das jedesmal auf ein Edelg folgt, so leicht ein Elektron abgibt, also als positives Ion a tritt. Denn es enthält neben der stabilen Elektronenanordnu die es mit dem benachbarten Edelgas gemein hat, noch ein ei zelnes, isoliertes Elektron. Dem Fluor, Chlor oder Jod ab welche unmittelbar einem Edelgas vorhergehen, fehlt gerade e Elektron zu der stabilen Anordnung; daher nimmt ein solch Atom leicht ein Elektron auf und wird damit zu dem negativ Ion, das wir ja z. B. bei der Elektrolyse so häufig beobacht Die chemische Bindung zwischen einem Alkali und einem dies Halogene aber ist dann anzusehen als elektrostatische Anziehu zwischen einem Metallatom, das das isolierte Elektron abgegebe und einem Halogenatom, das dies zur Vervollständigung sein Elektronenschar aufgenommen hat.

Trotzdem wären wir in der Erkenntnis namentlich d schwereren Atome wohl nicht auf dem heutigen Stande, hä nicht der jüngste Zweig der Spektroskopie, nämlich die im Rö genstrahlgebiet, Tatsachen von einer Einfachheit zutage g bracht, wie man sie in den optischen Spektren nicht wied findet. In der Tat gehorchen die charakteristischen Strahlung aller Elemente, soweit sie solche im Röntgengebiet haben, de selben einfachen Gesetz. Es gibt bei jedem eine kurzwelli („harte") K-Reihe von scharfen Spektrallinien, eine langwellige („weichere") L-Reihe und eine noch langwelligere M-Reihe; d bei den schwersten Atomen auch noch langwelligere (N-, O Reihen nachgewiesen sind, können wir hier übergehen. D Linien einer und derselben Reihe aber rücken Schritt für Schr zu kürzeren Wellen vor, wenn wir von einem Element zum näch höheren im periodischen System weiter gehen. Dies hat zuer Barkla mittels Härtemessungen, später mit Hilfe der Röntge spektroskopie Moseley gefunden.

Abb. 7, die Moseley 1914 veröffentlichte, zeigt dies Ve halten an der K-Serie der Elemente Kalzium (Nr. 20 im peri dischen System), Titan (Nr. 22), Vanadium (Nr. 23), Chro (Nr. 24), Mangan (Nr. 25), Eisen (Nr. 26), Kobalt (Nr. 27 Nickel (Nr. 28) und Kupfer (Nr. 29). Je höher die Ordnung zahl, um so mehr rücken die Linien nach links, d. h. zu kürzere Wellenlängen. Aus dem besonders großen Unterschied der beide ersten Spektren könnte man schließen, wenn man es nicht son schon wüßte, daß zwischen ihnen noch ein Element, da Scandium, liegen muß. Dasselbe zeigt die von Siegbah stammende Abb. 8 an der Folge Arsen (Nr. 33), Selen (Nr. 34 Brom (Nr. 35), Rubidium (Nr. 37), Strontium (Nr. 38), Niobiu (Nr. 41) und Rhodium (Nr. 45). Für die L-Reihe führt denselbe Beweis (Siegbahn) Abb. 9 an der Folge Gold (Nr. 79), Thalliu (Nr. 81), Blei (Nr. 82) und Wismuth (Nr. 83). Die dicke Linien links in den Abbildungen 8 und 9, die in allen Spektre auftreten, sind keine Spektrallinien, sondern geben den Nullpunk für die Wellenlängenmessung an.

Abb. 8. K-Serie einiger Elemente.

Abb. 9. L-Serie einiger Elemente.

Verständlich wird dies Verhalten, wenn man für das Auf-
en der Röntgenspektren die dem Atomkern nächsten Elektronen
antwortlich macht. Denn während für die mehr außen be-
ilichen Elektronen die negative Ladung der kernnahen Elek-
nen die positive Kernladung zum großen Teil abschirmt, stehen
innersten unter der unabgeschwächten Wirkung jener posi-
n Ladung. Infolgedessen wächst die Energie der innersten
antenbahnen Schritt für Schritt an, wenn die Kernladung zu-
mt; es wachsen damit auch die Energieunterschiede zwischen
sprechenden Bahnen und deshalb nach der Einsteinschen
eichung die Schwingungszahlen der Strahlung, die bei einem
ergang entsandt wird. Also müssen die Wellenlängen ent-
echender Linien mit wachsender Kernladung abnehmen. Auch
im untersten Spektrum der Abb. 7 nachgewiesene Tatsache,
 im Messing die Kupferlinien unverändert durch die Beimen-
ng andrer Metalle auftreten, läßt sich so leicht verstehen. Der
fluß der Nachbaratome mag nämlich im festen Zustand die
wegung der äußeren Elektronen noch so sehr beeinflussen;
zu den innersten Elektronen dringen diese Störungen kaum
ch.

Das Bohrsche Atommodell führt die Gesamtheit der spektro-
pischen und chemischen Tatsachen auf die verschiedene Ladung
Kerns zurück. Atome mit gleicher Kernladung sind chemisch
l optisch ununterscheidbar, selbst wenn sie sich im Gewicht
ht erheblich unterscheiden. Daß dies vorkommt, und zwar
ht häufig, haben die Forschungen Astons über isotope
emente (d. h. solche, die im periodischen System an demselben
tz stehen) deutlichst gezeigt. Und dabei stellt sich u. a. auch
aus, daß die Atomgewichte einheitlicher Elemente stets mit
ßer Annäherung ganzzahlig sind. Wo die Chemiker erheb-
e Abweichungen von der Ganzzahligkeit gemessen haben,
delt es sich stets um ein Gemisch verschiedener isotoper, also
misch nicht zu trennender Elemente; das chemisch er-
telte Atomgewicht ist nur ein Mittelwert aus den (fast) ganz-
ligen Atomgewichten der beteiligten einheitlichen Elemente.

Der Atomkern gilt bei allen Rechnungen der Bohrschen
eorie als Punktladung. Und das beweist wieder einmal, daß
jedenfalls klein ist gegen die etwa 10^{-10} cm, die der Durch-
sser einer der inneren Elektronenbahnen in einem schwereren
om mißt. Aber darum ist er selbst noch keineswegs ein letztes,
heitliches und unteilbares Gebilde. Die Tatsachen der Radio-
ivität, bei der sich ein Element unter Entsendung eines Alpha-
lchens (Heliumkerns mit zwei positiven Elementarladungen)
er eines Elektrons in ein anderes verwandelt, zeigen, daß aus
n Kern des zerfallenden Elementes solche Teilchen austreten,
 sie also in ihm als Bausteine enthalten sein müssen. In
ler Übereinstimmung stehen damit die Tatsachen, daß bei Ent-
dung eines Alphateilchens ein Element entsteht, dessen Num-
r im periodischen System um zwei niedriger ist, als die des
sprünglichen, entsprechend den zwei positiven Elementarquan-
, welche die Ladung des Alphateilchens bilden; daß sich aber
Nummer um eins erhöht, wenn ein Elektron bei der Um-
ndlung austritt. Neuerdings nun haben Rutherford und Chad-
ck sogar Atome, die (so weit bekannt) freiwillig keine Um-
zung durchmachen, durch den Stoß schneller Alphateilchen zu
trümmern vermocht. Es handelt sich dabei um die Elemente
r, Stickstoff, Fluor, Natrium und Aluminium. Und die Teil-
en, die sich bei dem Anprall aus ihnen herauslösen, erweisen
sich bei der magnetischen Ablenkung als Wasserstoffatome mit
einer positiven Elementarladung, also als die Kerne von Wasser-
stoffatomen. Die alte Proutsche Hypothese, daß alle Atome sich
aus Wasserstoffatomen aufbauen, erfährt hier eine ungeahnte,
wenn auch bisher noch nicht vollständig zwingende Bestätigung.
Freilich müssen wir jetzt hinzusetzen: Es sind auch Elektronen
an diesem Aufbau der Kerne beteiligt; der Urheber jener Hypo-
these konnte von ihnen noch nichts wissen.

Die freiwilligen radioaktiven Umwandlungen sind bekannt-
lich Quellen großer Energiemengen. Die Umwandlung eines
Gramms Radium z. B. liefert viele Millionen mal mehr Energie
als etwa die Verbrennung eines Gramms Kohlenstoff. Und wenn
wir alle Pläne zur technischen Ausnutzung dieser Energie als
phantastisch bezeichnen müssen, so liegt das lediglich an der un-
geheuer langen und nach unserer jetzigen Kenntnis auf keine
Weise abzukürzenden Zeit, welche diese Umsetzung erfordert.
Aber es ist doch immerhin eine interessante Frage, ob denn
überhaupt jede Zerlegung eines Atomkerns Energie zu liefern
imstande ist. Eine vollständige Antwort darauf ist zurzeit wohl
unmöglich. Aber eine ganz auffällige Tatsache scheint dem zu
widersprechen, und bei ihr wollen wir noch einen Augenblick
verweilen.

Die bedeutendste Abweichung von der Ganzzahligkeit der
Atomgewichte zeigt jetzt, nach Astons Isotopenforschungen, der
Wasserstoff mit dem Atomgewicht 1,008. Das Helium hat dagegen
sehr genau das Atomgewicht 4. Setzt sich sein Kern aus vier Wasser-
stoffkernen und zwei (nicht für das Gewicht, wohl aber für die
Ladung in Betracht kommenden) Elektronen zusammen, so ent-
steht also die Frage, wo der Masseüberschuß von 4,032 gegen 4
bleibt. Die Relativitätstheorie hat nun zu der Folgerung ge-
führt, daß sich die Masse eines Körpers aus der Ruhenergie
(d. h. Energie bei der Geschwindigkeit null) durch Division durch
das Quadrat der Lichtgeschwindigkeit (im leeren Raum) ergibt.
Danach deutet jener Massenunterschied auf eine große Energie-
abgabe hin, die die vier Wasserstoffkerne beim Zusammentritt
zum Heliumkern liefern. Dieselbe Energie müßte man also in
den Heliumkern hineinstecken, wollte man ihn wieder zerlegen;
und Rutherford weist mit Recht darauf hin, daß dazu alle Mittel
fehlen. Auch die Energie eines Alphateilchens, wie es die radio-
aktiven Elemente liefern, reicht nicht annähernd dazu aus. Doch
das sind ganz neue Gesichtspunkte, die sich in der Sicherheit
ihrer Bewährung keineswegs mit der Bohrschen Atomtheorie, die
ja die Natur des Kerns nicht erörtert, vergleichen können.

Meine Ausführungen sollten über das von der Atomtheorie
Erreichte ein ungefähres Bild geben. Es sind nicht wenige Tat-
sachen, welche diese Theorie miteinander verknüpft. Leider fehlt
ihr die Verknüpfung mit dem System der älteren Physik, das
doch ganz gewiß auch nicht ohne Wahrheitswert ist. Sie steht
sogar mit ihm an mehr als einer Stelle im Widerspruch; z. B.
bei der Annahme gekrümmter Elektronenbahnen, von denen keine
Energie ausgestrahlt wird. Weiß doch im Zeitalter des „Rund-
funks" (wie das schöne Wort heißt), fast jedes Kind, daß eine
periodisch beschleunigte elektrische Ladung Wellen entsendet.
Diese und viele andere Schwierigkeiten bereiten dem heutigen
Physiker die schwerste Sorge, die eine volle Freude am Erreich-
ten nicht aufkommen läßt. Immerhin, wie die weitere Entwick-
lung auch laufen mag, verloren können die Errungenschaften der
Bohrschen Theorie der Wissenschaft nicht wieder gehen.
[B 452]

Bagger mit elektrischem Antrieb.

Die amerikanische Marineverwaltung hat für die Offenhaltung aller
fen der amerikanischen Küste vier gleichartige, elektrisch ange-
ebene Bagger bauen lassen, von denen der erste, „Mackenzie", kürz-
h im Eingange des Hafens von New York mit Erfolg erprobt
rden ist.

Der „Mackenzie" ist ein Saugbagger, der vor allem zum Frei-
lten enger Schiffahrtskanäle, in denen Sandablagerungen auftreten,
nen soll. Das Schiff ist von der Sun Shipbuilding & Dry
ck Corporation, Chester, gebaut, und die elektrische Ausrüstung
mmt von der Westinghouse-Gesellschaft. Der Schiffskörper
gt nicht nur die maschinelle Anlage, sondern außerdem Aufnahme-
hälter für das Baggergut, so daß der Bagger nicht auf besondere
hrzeuge hierfür angewiesen ist und auch bei unruhigem Wetter in
enem Wasser arbeiten kann. Das Saugrohr von etwa 14 m Länge
d 650 mm Dmr. liegt in einem Gitterwerkträger und wird mit ihm in
er Aussparung im Schiffsboden untergebracht. Am oberen Ende ist
s Rohr mit einer Zentrifugalpumpe von 800 PS Leistung verbunden,
 unteren endet es in ein schweres Stahlgußstück, das einer großen
ge ähnelt und dazu dient, den Boden zu lockern, über den es hinweg-
zogen wird. Die Zentrifugalpumpe saugt das gelockerte Baggergut
dann durch das Rohr in die dafür bestimmten Behälter. Wo der Boden
zu hart ist, um durch das Stahlgußstück allein gelockert zu werden,
erfolgt die Bearbeitung durch scharfe Wasserströme, die durch das
Gußstück durchgeführt werden; für felsigen Boden genügt allerdings
auch diese Anordnung nicht. Der Schiffskörper hat 81,6 m Länge, 14 m
Breite und 6,85 m Tiefgang, die Baggerguträume haben rund 1000 m^3
Fassungsvermögen.

Zur Erzeugung der für alle Zwecke verwendeten elektrischen
Energie dienen drei Dieselmotoren von je 1000 PS Leistung, die je
eine Westinghouse-Dynamo von 700 kW antreiben. Zwei Elektro-
motoren von je 800 PS Leistung treiben die mit ihnen unmittelbar ver-
bundenen Antriebschrauben des Schiffes. Elektrische Kraft wird nicht
allein zum Baggern und zur Bewegung des Schiffes verwendet, sondern
auch zur Bedienung der Klappen der Baggerguträume, sämtlicher
Pumpeneinrichtungen, zum Betrieb der Luftpfeife, zum Kühlen der
Kühlräume, für die gesamte Heizung, Beleuchtung und Lüftung und
für alle Hilfsmaschinen, wie Ankerwinde und Steuermaschine. Auf
dem Schiff sind 56 Elektromotoren, 100 elektrische Heizkörper, 25 Venti-
latoren und 2 elektrische Kochherde vorhanden. Man nimmt an, daß
sich die Betriebskosten der elektrischen Bagger geringer stellen als die
der bisher verwendeten Dampfbagger. [N 516] C.

Der Ausbau des Rheins zwischen Basel und Bodensee.

Von Oberregierungs- und Baurat E. Mattern, Professor an der Technischen Hochschule, Berlin.

(Schluß von S. 756.)

Verkehrs- und wirtschaftliche Verhältnisse. Wettbewerb mit der Eisenbahn.

Es ist zur Beurteilung bedeutsam, sich die voraussichtliche Verkehrs- und Wirtschaftsgestaltung dieses Oberrheinausbaues zu vergegenwärtigen. Das kann aber hier nur in großen Umrissen geschehen. Man kann dabei von der Frage ausgehen, wie hoch sich nach den zu erwartenden Herstellungs- und Betriebsausgaben die Selbstkosten des Wasserverkehrs stellen, wie die Frachtsätze der Wasserstraße sich bilden werden, und ob diese hiernach mit der Eisenbahn in Wettbewerb treten kann.

Die Ausbaukosten der Strecke Basel-Bodensee sind nach den Wettbewerbentwürfen für die Schiffahrtsanlagen (Wehre, Schleusen, Kanäle, Strombauten, Brücken, Fähren usw.) im Mittel zu 103 Mill. Franken = rd. 80 Mill. Goldmark nach dem Stande vom Jahre 1913/14 angegeben, ohne Bauzinsen, Bauleitung und Unvorhergesehenes[1]). Sympher schätzte die Kosten der Kanalisierung zu 50 Mill. Gm. unter der Voraussetzung, daß die Kosten der meisten Wehranlagen nicht einbegriffen sind, sondern auf die Kraftwerke verrechnet werden[2]). Nach dem Verkehrsumfang des Jahres 1910 nahm er ferner den zukünftigen Verkehr der Strecke Basel-Konstanz zu 900 000 t an, bei einer entsprechenden Steigerung für das Jahr 1935 bis auf 2,0 Mill. t. Diese Voraussetzungen haben sich inzwischen durch den Krieg und seine Nachwirkungen stark verschoben. Leider ist der Wasserstraßenverkehr sehr zurückgegangen, im Jahre 1920 auf 11,7 vH des gesamten deutschen Binnenverkehrs 1913, 1921 auf 10,6 vH. Die Statistik des Deutschen Reiches, Band 306 II (1923), gibt für 1913 den Anteil der Wasserstraßen und Eisenbahnen an der gesamten Güterbewegung zu 16,8 bzw. 83,2 vH an. Nach andern Quellen wurde aber vor dem Kriege für 1910 der Anteil der Wasserstraßen am Güterverkehr Deutschlands sogar zu 25 vH beziffert. Im deutschen Rheingebiet hat sich nach dieser Reichsstatistik der Verkehr um weit mehr als die Hälfte vermindert. Der Verkehr des Rheins betrug auf 696 km 1913 rd. 10,7 Milliarden tkm, 1920 nur 6,1 Milliarden tkm und 1921 rd. 5,0 Milliarden tkm. Der Verkehr zu Wasser mit Steinkohlen — dem hauptsächlichsten Transport nach dem Oberrhein — ist im Gesamtverkehr Deutschlands von rd. 30 Mill. t (1913) auf 20,1 Mill. t im Jahre 1920 und 18,2 Mill. t im Jahre 1921 zurückgegangen. Der Verkehr auf dem Rhein, bezogen auf 1 km, betrug im Jahre 1921 rd. 7,2 Mill. t gegenüber 12,8 Mill. t im Jahre 1913.

Nach der Statistik war neben ungünstigen Wasserständen, erhöhter Leistungsfähigkeit der Bahn, vornehmlich die starke Steigerung der Wasserfrachten verkehrshemmend, die stärker als die der Eisenbahnfrachten war. Die Spannung zwischen Binnenschiffahrts- und Eisenbahnfrachtsätzen hat sich gegenüber der Vorkriegszeit meist recht bedeutend verringert, während doch die Vorzüge des Wassertransportes — die geringere Zugkraft infolge der geringeren Reibung der Schiffsgefäße im Wasser gegenüber der rollenden Reibung der Eisenbahnwagen und die kleineren Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten für die Einheit des Frachtraums — an sich auf eine Verbilligung hinwirken sollten. Die natürlichen Verhältnisse haben sich also ganz verschoben, was auf einen schlechten Wirkungsgrad der Schiffahrt, zu teuren Betrieb in der Nachkriegszeit, zum Teil allerdings auch auf die verteuernden Umschlagtarife zurückzuführen ist[3]).

Man darf zwar nicht verkennen, daß das Wirtschaftsleben sich in Wellenlinien bewegt, und daß der Krieg und seine Nachwirkungen ein besonders tiefes Wellental zur Folge hatten. Wir werden sicherlich wieder besseren Zeiten entgegengehen, und im Jahre 1922 ist schon eine erhebliche Steigerung gegenüber 1921 eingetreten; aber diesem Umstand ist auch Rechnung getragen, wenn wir den Sympherschen Annahmen vom Jahre 1914 folgen[4]).

Wenn man also die Sachlage nüchtern betrachtet, wird man einen größeren Verkehr als 900 000 t für absehbare Zeit nicht in Ansatz bringen dürfen. Betrug er doch z. B. auf der Weser von Münden bis Bremen im Jahre 1910 | 678 000 t und auf der Memel von der russischen Grenze | Memel 699 000 t. Und das sind alte Verkehrswege, während | Oberrhein der Verkehr sich erst neu herausbilden muß. A| alle Hafeneinrichtungen sind am Oberrhein auf einen stark| Verkehr noch nicht eingestellt. Es leisten die Hafenanla| in und um Basel jetzt nur etwa 100 000 t Jahresumschlag. | dem Wasserwege müßten sich also auch die Umschlageinri| tungen entwickeln, wenn man den Aufstieg annimmt. Das al| geht naturgemäß nur sehr langsam vor sich. Im übrigen w| den die im französischen Sinne gestalteten Schiffahrtverhältni| auf der Strecke Straßburg-Basel schon dafür sorgen, daß s| die zukünftige Schiffahrt oberhalb Basel nicht allzu sehr e| wickelt. Denn Frankreich hat natürlich ein Interesse dar| daß Straßburg der Endpunkt der Rheinschiffahrt bleibt, um v| dort die Schweiz wasserwirtschaftlich zu beherrschen.

Die Strecke Basel-Bodensee ist je nach Ausbau 156 bis 160 | lang. Es errechnet sich nach diesen Grundlagen ein Jahresverk| von etwa 900 000 × 158 = ~ 142 000 000 tkm. Setzt man | Ausgaben für Verzinsung, Tilgung, Unterhaltung und Betr| mit 7 vH an, so würden für den Betrieb der Wasserstre|

$$\frac{80\,000\,000 \cdot 7}{100} = 5{,}6 \text{ Mill. } \mathcal{M}$$

Jahreskosten zu erwarten sein. I| Selbstkosten des Wasserstraßentransports | Grundlage für die Abgabeberechnung stellen sich hiernach a|

$$\frac{5\,600\,000 \cdot 100}{142\,000\,000} = \sim 4 \text{ Pf/tkm}.$$

Es ist ohne weiteres ersichtli| daß der Verkehr eine solche Belastung in Form von Abgab| nicht zu tragen vermöchte, selbst wenn man Einnahmen a| etwaigen Pachten und Mieten von Ländereien, Kiesgewinnu| usw., die im ganzen doch nur unbedeutend sein würden, z| gunsten der Einnahmen in Ansatz bringen wollte. Symphe| der dies sehr wohl erkannt haben mochte, nahm daher auch a| daß $^3/_{10}$ der Baukosten von den beteiligten Staaten unentge| lich zugeschossen würden. Das kann unter der heutigen schle| ten Finanzlage nicht erwartet werden. Wollte man dem Wass| verkehr eine tragbare Abgabe von durchschnittlich et| 0,5 Pf/tkm zumuten, so müßte — sollte das Oberrheinunternehm| sich aus eigenen Erträgen decken — der Kraftgewinn den Re| betrag von 4,0 — 0,5 = 3,5 Pf/tkm oder im ganzen 142 000 000 · 3| = 4,97 Mill. ℳ im Jahr übernehmen. Als Jahresleistung könn| auf der Strecke Basel-Konstanz einschließlich des Rheinfall| und der bestehenden Werke nach den Aufrechnungen der We| bewerbentwürfe, jedoch bei Annahme einer Nutzbarkeit v| 4000 bis 5000 Betriebsstunden im Jahr, etwa 3000 Mill. kWh g| wonnen werden. Danach würde zur Deckung der Ausgab| für die Schiffahrtsanlagen eine Belastung von

$$\frac{4\,970\,000}{3\,000\,000\,000} = 0{,}17 \text{ Pf/kWh}$$

entstehen. Die Schweizerische Bauzeitung Bd. 77 (1921) S. 2| berechnet, daß für den Seitenkanal Straßburg-Basel na| dem französischen Plane die für die Schiffahrt nötigen Au| wendungen die Energiekosten um etwa 0,3 bis 0,4 Rappen, d| heißt im Mittel 0,28 Pf/kWh erhöhen würden, bei einem G| stehungspreis von 4 bis 5 Rappen/kWh (etwa 3,5 bis 4,0 Pf| Mag die Belastung mit Rücksicht auf Ansammlung eines E| neuerungsfonds oder nicht vollkommene Kraftausnutzung si| auch etwas höher stellen als 0,17 Pf/kWh, so erscheint sie gege| über den heutigen Verkaufspreisen des elektrischen Strom| ganz unbedenklich und würde sich überdies mit zunehmend| Tilgung und stärkerem Verkehr noch mehr senken.

Es ist nun zu untersuchen, ob unter den vorstehenden A| nahmen die Schiffahrt in dieser Oberrheinstrecke den Wett| bewerb mit der Eisenbahn bestehen kann. Dazu i| es nötig, sich die Selbstkosten der Schiffahrt z| vergegenwärtigen. Sympher legt seinen Berechnungen[5]) a| der Strecke Basel-Neuhausen 1 Pf/tkm als Schiffahrtskoste| zugrunde, auf der Strecke Neuhausen-Bregenz 0,4 Pf/tkm. D| bei wird eine Geschwindigkeit der Schleppzüge (1 Schlepper + 2 Anhängekähne) von 3 bis 8 km/h zu Berg und 10 bis 18 km/| zu Tal vorausgestzt. Die Stromgeschwindigkeit, von der obe| schon gesprochen wurde, ist auch wirtschaftlich der Kernpunk|

[1]) Schweiz. Bauzeitung Bd. 77 (1921) S. 77.

[2]) Zentralbl. d. Bauverw. Bd. 34 (1914) S. 350.

[3]) s. „Wasserstraßen und Eisenbahnen", „Technik und Wirtschaft" Bd. 16 (1923) S. 49.

[4]) 1923 hat allerdings infolge des Ruhreinbruches und der dadurch bedingten Verschlechterung der gesamten Wirtschaftslage Deutschlands wiederum einen starken Rückgang der Binnenschiffahrt zu verzeichnen. Die Gütermengen sind ungefähr auf die Hälfte von 1922 gesunken. Es wurden nur etwa $^1/_4$ der Massen des Jahres 1913 gefördert (s. „Wirtschaft und Statistik" 1924 S. 105).

[5]) Zentralbl. d. Bauverw. Bd. 34 (1914) S. 351.

dieser Frage. Neben den Betriebschwierigkeiten, die eine große Fahrgeschwindigkeit in einem kanalisierten Strome bei der Talfahrt verursacht, kommt bei der Bergfahrt vor allem der Kohlenverbrauch in Betracht.

Über die Strömungs- und zukünftigen Schiffahrtsverhältnisse ist in der Schweiz. Bauzeitung Bd. 57 (1921) S. 235 bemerkt: Praktisch beginnt die Schiffahrt bei einem Wasserstande von + 1,0 Baseler Pegel ($v_{min} = 2,0$, $v_{max} = 3,02$ m/s); als oberste Grenze gilt der Wasserstand 3,20 bis 3,30 m B. P. mit v_{max} 4,35 m/s. Die zwischen diesen Grenzen liegende wirtschaftliche Schiffahrtsperiode umfaßt ungefähr 170 bis 180 Tage. Sie könnte um etwa zwei Monate verlängert werden durch die Regelung des Bodensees. In dieser Zeitspanne muß sich also die Schiffahrt vollziehen und in ihr die Einträglichkeit der Schiffahrt gesichert sein. Nach den oben angegebenen neueren Festsetzungen soll bei einem dem Basler Pegel von 3,0 gleichwertigen Wasserstande die größte Wassergeschwindigkeit den Wert von 3,0 m/s nicht übersteigen, was einer mittleren Geschwindigvon 2,5 m/s = 9 km/h entspricht. Dazu kommt die Eigengeschwindigkeit des Schiffes. Wenn man diese in so scharfer Strömung von 2 bis 3 m/s nur mit 0,5 m/s = ~ 2 km/h ansetzt, so ergibt sich eine Reibungsgeschwindigkeit von 9 + 2 = 11 km/h, bei kleinerem Wasser etwas weniger, aber anderseits noch wesentlich mehr, wenn stromauf etwa mit 8 km/h Geschwindigkeit gefahren werden soll, wie Sympher annimmt. Solche Geschwindigkeiten sind in der Binnenschiffahrt doch nicht gewöhnlich und führen zu einer außerordentlichen Steigerung des Schiffswiderstandes und Kohlenverbrauchs. Die Schiffahrt pflegt in Schleppzügen im allgemeinen nicht schneller zu fahren, als daß sich eine Reibungsgeschwindigkeit (Fahrgeschwindigkeit + Fließgeschwindigkeit) von 5 km/h ergibt. Die Fahrgeschwindigkeit der beladenen Schleppzüge muß auf den Hauptkanälen der märkischen Wasserstraßen mindestens 3,0 km/h und darf nicht über 5 km/h betragen, bei im wesentlichen ruhendem Wasser. Einzelfrachtdampfer dürfen mit 8 km/h Höchstgeschwindigkeit fahren, auf den Seenflächen mit 12 km/h. Praktisch ist ermittelt, daß die Geschwindigkeit der Schleppzüge früher auf dem Finowkanal im Durchschnitt etwa 3,7 km/h betrug. Die Schiffahrt nutzte also das zulässige Maß noch nicht einmal aus und erreicht es auch heute nicht immer, denn neben dem Kohlenverbrauch steigen auch mit wachsender Geschwindigkeit die Gefahren für Schiffsunfälle erheblich, und entsprechend erhöhen sich die Versicherungssätze. Man darf nicht unbeachtet lassen, daß es den Schiffahrttreibenden meist nicht so sehr auf die große Fahrgeschwindigkeit der Schleppzüge ankommt, als vielmehr darauf, große Massen, wenn auch mit geringerer Geschwindigkeit, an das Ziel zu bringen.

Abb. 10. Kohlenkosten für Schleppzüge mit verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten. Angen. Kohlenverbrauch: 1,25 kg/PS$_i$/h, Kohlenpreis 18 ℳ/t.

Eine kurze Aufrechnung zeigt den Einfluß der Fahrgeschwindigkeit auf die Schleppkosten und Schiffsfracht. Nach Versuchen im Oder-Spree-Kanal und Hohenzollernkanal ergaben sich für 1 bis 3 vollbeladene 600 t-Kähne bei $v = 5$ km/h die Kohlenkosten für 1 tkm Nutzlast zu 0,05 bis 0,06 ₰, Abb. 10[1]); bei 8 km/h betrugen sie 0,13 ₰/tkm im vollbeladenen Kahn bei einem derzeitigen Kohlenpreise von 18 ℳ/t. Entsprechend dem schnell ansteigenden Verlauf der Kurven kann man bei 11 km/h Geschwindigkeit die Kohlenkosten zu 0,3 ₰/tkm annehmen. Es ist also gegenüber dem Kohlenverbrauch bei 5 km/h schon bei 11 km/h Reibungsgeschwindigkeit eine etwa 6fache Steigerung vorhanden, die dann noch schneller wächst. Der Kohlenanteil ist ungefähr zwei Drittel der eigentlichen Fortbewegungskosten. Wenn auch der Schiffswiderstand im freien Stromquerschnitt kleiner als im Kanal ist, so mag man sich demgegenüber die tatsächlichen Frachten auf dem Rhein vorstellen. Diese betrugen zur Vorkriegszeit von den Ruhrhäfen nach Mannheim bei gutem Wetter 100 bis 120 ₰/t einschließlich Schlepplohn; in wasserarmen Zeiten (1911) sind bis 3,0 ℳ gezahlt worden[2]). Diese Strecke ist 326 km lang. Also sind 0,3 bis 1 ₰/tkm gezahlt worden, im Oberlaufe bis 1,2 ₰/tkm.

Die Schweizerische Bauzeitung Bd. 77 (1921) S. 305 gibt an, daß man vor dem Kriege für Kohlen im Großbezug Straßburg-Basel 3,2 ℳ/t Bahnfracht und 3 ℳ/t zu Schiff zahlte. Ab Mannheim nach Basel war die Bahnfracht 5,1 ℳ/t, die Schiffsfracht etwa 4 ℳ/t.

Eine Kohlenkostensteigerung um 0,3 ₰/tkm gegenüber den üblichen Schleppzuggeschwindigkeiten muß also bedeutend ins Gewicht fallen und den Wettbewerb mit der Eisenbahn erheblich erschweren. Dazu kommt, daß die Steuerfähigkeit bei der Fahrt stromab bei starken Fließgeschwindigkeiten vermindert ist, also auch hieraus nicht unbedeutende Unfallgefahren entstehen.

Die Eigenkosten der Schiffahrt werden also bei 2 km/h Geschwindigkeit betragen: 1,0 ₰/tkm (Schiffahrtskosten) + 0,5 (Abgabe) = ~ 1,5 ₰/tkm. Ob in den 1,0 ₰/tkm nach Annahme von Sympher die bei großen Geschwindigkeiten unverhältnismäßig hohen Kohlenkosten ausreichend berücksichtigt sind, sei dahingestellt. Jedenfalls entspricht diese Annahme überhaupt niedrigen Kohlenpreisen, die heute wesentlich überholt sind. Die Eigenkosten würden sich aber zu 1,5 + 3,5 = 5 ₰/tkm ergeben, wenn die Herstellungskosten der Schiffahrtsanlagen lediglich aus Abgaben gedeckt werden sollten. Die Kohlenpreissteigerung nach dem Kriege konnte bei diesen vergleichenden Aufrechnungen außer acht gelassen werden.

Die Selbstkosten der Eisenbahn wurden 1899 vom Preußischen Minister der öffentlichen Arbeiten für Massengut zu 1,9 ₰/tkm angegeben, nach andern Ermittlungen betrugen sie in den Jahren 1910 bis 1913 etwa 2,3 ₰/tkm einschließlich Kapitalverzinsung. Wenn zwar hiernach theoretisch die Transportselbstkosten zu Wasser unter den getroffenen Voraussetzungen noch hinter den Eisenbahnselbstkosten zurückbleiben, so haben sich doch, wie schon oben bemerkt wurde, die tatsächlichen Verhältnisse in den letzten Jahren sehr zuungunsten der Wasserstraßen verschoben, woran neben anderen die hohen Wasserfrachten Schuld waren. Auch die vorstehenden Ausführungen über die hohen Kohlenkosten auf dem Rhein mögen bei den dort üblichen ziemlich hohen Fahrgeschwindigkeiten dazu beigetragen haben.

Alle diese Umstände wird man bei Beurteilung der Wirtschaftlichkeitsfrage der Schiffbarmachung des Oberrheins nicht unbeachtet lassen dürfen und genau studieren müssen. Dabei darf man auch nicht allein statistischen Verkehrsermittlungen folgen.

Belastung der Wasserkräfte durch den Ausbau der Schiffahrtsanlagen.

Wenn wir oben erkannt haben, daß die Wasserkräfte des Oberrheins sehr wohl in der Lage sein können, die Deckung für die Ausgaben der Schiffahrtsanlagen zu übernehmen, und wenn sich auf diese Weise ein Weg bietet, den alten Plan zu verwirklichen, den Wasserverkehr dort zu erschließen, zugleich aber auch der Volkswirtschaft große, billige Kraftmengen zuzuführen, so wird es doch sehr auf die Art ankommen, wie man dabei vorgehen soll. Man wird es jedenfalls vermeiden müssen, den Kraftausbau jeweilig so stark zu belasten, daß diese Entwicklung gehemmt wird. Schon an andern Stellen Deutschlands ist darüber geklagt worden. Schiffahrtsanlagen sind auf Rechnung der Wasserkräfte eingerichtet worden, haben jahre- und jahrzehntelang brach gelegen und sind schließlich überhaupt nicht in Betrieb genommen. Es sei nur auf die Vorgänge am Lech hingewiesen, wo man dem Kraftwerke Gersthofen zu Anfang dieses Jahrhunderts den Bau von Schiffsschleusen auferlegte, deren Kammern heute der Hochwasserentlastung dienen. Beim Kraftwerk Langweid ist eine Floßgasse vorhanden, die ohne Änderung der Gründung und der Umfassungsmauern gleichfalls in zwei gekuppelte Kammerschleusen umgebaut werden kann. Das angelegte Kapital liegt zinslos. Das Unzweckmäßige einsehend, hat man später beim Kraftwerk Meitingen (Lech) und an der Mittleren Isar nur die Möglichkeit des Einbaues von Schiffahrtsanlagen offengehalten. Auch am Oberrhein sind schon lange Jahre nicht unwesentliche Gelder für Schiffsschleusen zinslos ausgegeben;

[1]) Nach Mattern-Buchholz, Schlepp- und Schraubenversuche im Oderspreekanal und im Großschiffahrtsweg Berlin-Stettin. Leipzig 1912, Tafel VII.

[2]) Wasserstraßenjahrbuch 1921 S. 180.

ihre Abmessungen sind nach heutigem Dafürhalten unzureichend (Laufenburg, Augst-Wylen). Nach der Schweizerischen Bauzeitung Bd. 82 (1923) S. 199 wird es dennoch als bevorzugte Stellung der Schiffahrt bezeichnet, „indem alle Schiffahrtanlagen, die bei einer Aufschiebung eine unverhältnismäßige Verteuerung erfahren würden, gleichzeitig, ohne daß die Kosten hierfür die spätere Schiffahrt belasten sollen, durch die Kraftwerke zu erstellen sind". Dem Kraftwerk von Niederschwörstadt soll danach die Verpflichtung auferlegt werden, das Kraftwerk Neu-Rheinfelden auszubauen, weil dort zwischen dem Stauwerk von Augst-Wylen und dem bestehenden alten Werke von Rheinfelden eine die Schiffahrt hindernde Gefällstrecke unausgenutzt bliebe (s. oben). Das hieße doch ein neues Unternehmen mit der Ausgleichung von Anlagen belasten, die früher beim ersten Ausbau von Rheinfelden (1898) gemacht worden sind. Es kann den damals Beteiligten in keiner Weise ein Vorwurf gemacht werden, da niemand die Entwicklung solange voraussehen konnte. Für solche unvermeidlichen Wandlungen hat die Allgemeinheit einzustehen, nicht ein Einzelunternehmen.

Wann die Strecke Straßburg-Basel für den Massenverkehr der Großschiffahrt betriebsfertig sein wird, ist noch gar nicht abzusehen. und hängt, nachdem die Franzosen Stromanlieger geworden sind, von vielen Zufälligkeiten und kommenden Ereignissen ab. Ehe aber diese Strecke nicht ausgebaut ist, können alle Schiffahrtsanlagen am Rhein oberhalb Basel keine zweckentsprechende Verwendung finden.

Die Schiffahrt schreitet mit ihren Einrichtungen ständig fort, und sicherlich würden sich aus dem Vollbetriebe der Strecke Straßburg-Basel mancherlei wertvolle Erfahrungen ergeben, um so mehr, als man am Oberrhein, wie schon betont, doch vollkommen neuen Dingen gegenübersteht. Schon die Grundlagen des Wettbewerbs sind durch die neueren Abmessungen geändert worden. Man schaue auch auf die norddeutschen Vorgänge, wo nunmehr eine Erfahrung von bald hundert Jahren neuzeitlicher Schiffahrtsentwicklung der natürlichen und künstlichen Wasserstraßen und der Transportgefäße vorliegt. Mit jedem neuen großen Ausbau sind hier neue Gesichtspunkte aufgetreten. Immer hat man die technischen Grundlagen geändert, weil die wirtschaftlichen und Verkehrsverhältnisse dies bedingten. Im allgemeinen ist man zu immer größeren Maßen fortgeschritten. Und man ist auch heute noch nicht fertig, wie überhaupt kein Stillstand zu erwarten ist. Kanalquerschnitt, Linienführung, Gefällhöhen, Schleusensysteme und -abmessungen, Ausbildung der Vorhäfen u. a. m. sind ständig u strittene Fragen; ebenso wie die technisch und wirtschaftli zweckmäßigste Schiffsgröße. Ist es also nötig, heute schon d Bauwerke teilweise herzustellen, wo doch die Schiffahrtsstra vielleicht erst in Jahrzehnten in Gang kommen wird? Das schlie den richtigen Grundgedanken nicht aus, sich über Richtung u Ziel grundsätzlich zu einigen, ohne doch der Entwicklung vo zugreifen.

Anderseits ist es geboten, am Oberrhein für die Kraftwir schaft bald zu Klarheit und Erfolgen zu kommen. Viele Jah sind verflossen, seitdem die ersten Studien darüber veranstalt und veröffentlicht wurden, womit man der Welt von diese Schätzen Kunde gab. Nur Vereinzeltes ist seither praktisch e reicht worden. Viel Wasser ist unwiederbringlich ungenutzt z Tal geflossen, das reiche Einnahmen hätte abwerfen könne Diese Dinge drängen zur Tat. Das kann aber zum Segen de beteiligten Länder nur erreicht werden, wenn der Kraftausbau i jeder nur vertretbaren Weise *erleichtert* wird, ja, gegebener falls durch vorübergehenden Steuernachlaß, Prämien für die au gebaute Leistung u. a. m. unmittelbar gefördert wird.

Man muß also diesen Weg, die Deckung für den Schiffahrts ausbau den Wasserkräften aufzuerlegen, was an sich, wie darge legt, durchaus geschehen könnte und wirtschaftlich berechtig wäre, mit Vorbehalt beschreiten. Vielleicht findet sich darin ei Mittel, daß man auf laufende Beiträge zurückgreift. Die *Finanzierung von Schiffahrtsanlagen*, soweit solche in ge wissen Grundlinien gleichzeitig mit dem Bau der Kraftwerke ur aufschiebbar nötig werden sollten, könnte man aus Anleihen bewerk stelligen, zu deren Deckung (Verzinsung, Tilgung) Abgaben vo jeder nutzbar abgegebenen Kilowattstunde erhoben würden. I gleicher Art könnte auch die Ansammlung von Geldmitteln fü den zukünftigen Schiffahrtausbau schon jetzt betrieben werden Der langsam fortschreitenden, dem Kraftabsatz angepaßten Her stellung der Kraftwerke würde sich organisch der Ausbau de Stromes für die Schiffahrt anschließen, eines aus dem ander nach Maßgabe der Ertragsüberschüsse herauswachsend, wie ma eine solche gesunde Finanzpolitik auch anderwärts, z. B. bein Ausbau der Wasserkräfte Pommerns treibt und daraus Erfolg erzielt, ohne sich in Schuldenwirtschaft zu stürzen. Im übriger wird man beim Ausbau des Oberrheins — wie das auch ander wärts geschehen ist — einen Teil des Erfolges in staatswirt schaftlichen Erträgen und in der Steigerung der Wohlfahrt de anliegenden Landbezirke bewerten müssen. [B 145]

Neuere Bauweisen von Sperrmauern

behandelte Professor Dr.-Ing. *Ludin* in einem Vortrag auf der Tagung des *Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes* in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg am 22. Mai 1924.

Die neuzeitliche Wasserwirtschaft stellt häufig die Forderung, daß ganz erhebliche Wassermassen aufgespeichert werden müssen, weshalb für die Ausbildung einer möglichst wirtschaftlichen Bauweise der Sperrmauern zu sorgen ist. Bis in die jüngste Zeit war die übliche Konstruktionsform der Talsperren die Gewichtstaumauer. Ihr Querschnitt ist ein Dreieck mit nahezu senkrechter Begrenzung auf der Wasserseite und gerader Böschung auf der Luftseite, ihre statische Wirkung beruht auf dem Ausgleich des Kippmomentes des wagrecht wirkenden Wasserdruckes durch das Moment des exzentrisch zur Grundlinie des Mauerquerschnittes wirkenden Eigengewichtes. Der Baustoff wird am wirtschaftlichsten ausgenutzt, wenn Zugspannungen eben noch vermieden werden. Nur an den beiden Rändern der Grundfuge kann man bis zu der zulässigen Spannung gehen, in den andern Fugen bleibt der Querschnitt unausgenutzt. Auch die zulässige Beanspruchung eines selbst nur mageren Mörtels auf Druck wird erst von einer gewissen Wandhöhe ab erreicht.

Diese Nachteile der Materialausnutzung sucht die Praxis durch möglichst billige Baustoffe auszugleichen. Neuerdings hat man auch erhebliche wirtschaftliche Vorteile durch einen zweckentsprechenden Baubetrieb bei der Förderung und Bereitung der Baustoffe erzielt, insbesondere durch das Betongußverfahren, das weiter den Vorteil der schnellen Herstellung bietet.

Die Bestrebungen zur Verbesserung der Bauweise von Talsperren haben sich aber nicht in der Vervollkommnung der Herstellverfahren erschöpft, sondern gehen neuerdings darauf aus, durch entsprechende Konstruktionsformen an Massen zu sparen. Zunächst dachte man an Aussparungen, z. B. an Schlitze quer zur Mauerachse und an Zellenmauern. Die erste Form ist ausgeführt, die Zellenmauern sind ein Vorschlag geblieben, der aber unter gewissen Umständen Aussicht auf Ausführung hat.

Ging man einmal von dem massigen Bau der Gewichtmauer ab, so lag es nahe, auch den üblichen Querschnitt zu ändern, und das für die Spannungsverteilung günstigere angenähert gleichseitige Dreieck zu wählen. Dies tat in Amerika *Ambursen*, indem er aufs äußerste verdünnte Pfeiler in Dreieckform mit ebenen biegungsfesten Platten abdeckte. So entstand das dachförmige Ambursenwehr, das bis zu 45 m Höhe ausgeführt ist. Es bietet auch für die Unterbringung von Turbinenanlagen im Innern des Dammes und für Ableitung des Hochwassers durch offene Pfeilerfelder Vorteile.

Schon lange hat man Gewichtstaumauern im Grundriß gekrümmt geformt. Diese Form kann man auch in statischer Beziehung nutzbar machen. Verschiedene Erwägungen führten dazu, die Bogenmauer nicht mehr mit einheitlichem Mittelpunkt zu konstruieren, sondern so, daß der Halbmesser der Bogenachse von der Krone nach unten stark abnimmt. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, dafür die Zentriwinkel unveränderlich zu machen (Festwinkelmauern). Noch unerforscht ist die zweifellos erhebliche Einwirkung der Temperaturen auf die Spannungen der vollen Talsperrenmauern. Diese Temperaturspannungen und die hohen Bogenkräfte bringen es mit sich, daß bei mehr als 150 m Sehnenlänge die Vorteile der gewölbten Form verloren gehen.

Man ging daher bei breiteren Tälern dazu über, die Sperre in einzelne Gewölbe zwischen Pfeilern aufzulösen. Eine derartige Ausführung findet sich schon um 1800 in Indien. Ersetzt man in der vorhin erwähnten Ambursen-Sperre die Platten durch Gewölbe, so hat man die neuzeitliche Sperre, bei der — mit Rücksicht auf die Temperaturschwierigkeiten eisenbewehrte — Gewölbe zwischen Pfeiler gespannt und die Eiseneinlagen aus dem Bogen in die Pfeiler überführt werden. Meist ist die Böschung an der Wasserseite der Pfeiler und Gewölbe im Verhältnis 2 : 3 bis 3 : 4 angelegt, während die wasserseitige Böschung die luftseitige ergänzt, also 1 : 3 bis 1 : 4 beträgt. Diese Bauform ist neuerdings mehrfach in Amerika und Italien ausgeführt worden. Der kürzlich vorgekommene schwere Unfall an der Gleno-Talsperre in Italien, die nach dieser Bauart ausgeführt war, kann dem System nicht zur Last gelegt werden. Die Wirtschaftlichkeit der Bauweise darf man nicht überschätzen. Auf der einen Seite beträgt zwar die Massenersparnis 70 bis 50 vH, auf der andern Seite sind zu buchen höhere Schalungskosten, Mehrkosten der Eiseneinlagen, schwierigere Materialverarbeitung, höherer spezifischer Zementverbrauch sowie u. U. etwas höhere Gründungskosten. Für die aufgelöste Bauweise sprechen noch die größere Sicherheit gegen Auftreten schädlichen Fugenwasserdruckes, kürzere Bauzeit und konstruktive Vorteile bei der Anordnung von Betriebseinrichtungen und von Krafthäusern.

[N 464]

Neuzeitlicher Massentransport mit Dauerförderern[1].

Von Geheimrat Buhle, *Professor in Dresden.*

An der Hand dreier besonders kennzeichnender Anlagen (Braunkohlen-Schachtkonveyor von A. Bleichert & Co. und Brikettförderer sowie Kokskohlenbänder von G. Luther A.-G.) wird festgestellt, daß die an der Jahrhundertwende gegebenen Anregungen hinsichtlich des Massentransportes durch Dauerförderer auf fruchtbaren Boden gefallen sind.

Braunkohlen-Förderanlage Kulkwitz.

Die für die Leipziger Braunkohlenwerke in Kulkwitz von A. Bleichert & Co., Leipzig, gebaute Kohlenförderanlage setzt sich aus folgenden Einzelanlagen zusammen, Abb. 1 bis 7: Kettenbahn unter Tage, Schacht-, Quer-, Silo- [und] Kesselhaus-Pendelbecherwerk.

Die vornehmlich in Abb. 5 dargestellte Schachtkon[ve]yoranlage dient dazu, etwa 100 t/h Braunkohle über Tage [zu] fördern. Zunächst erhält die unter Tage verlaufende Ketten[ba]hn die gefüllten Grubenwagen von der vorhandenen Gruben[se]ilbahn. An der oberen Abschlagstelle laufen die Wagen unter [le]ichtem Gefälle auf die Wipperbühne; die leeren Wagen laufen [vo]n dieser ebenfalls unter Gefälle wieder auf die Kettenbahn und [we]rden durch die rücklaufende Kette nach unten gebracht. Von [de]r in Höhe 92,95 aufgestellten Wipperanlage (w_1 bis w_3 Abb. 5) wird die Kohle nach der über Tage befindlichen [Si]ebvorrichtung *s* befördert, die im Schachtgebäude aufgestellt [is]t. Dort wird ein Förderband mit Knorpelkohle sowie die nach [de]m Silo des Kraftwerkes (Abb. 1, 2 und 4) führende Quer[ko]nveyoranlage (Abb. 2, 4 und 5) mit Stück- und Feinkohle [be]laden.

Die von der Kettenbahn bzw. durch die Seilförderung nach [de]r Wippersohle geführten Grubenhunde werden durch Kopfwipper [ge]kippt und entleeren ihren Inhalt in einen Sammelbunker, dessen [E]inlauf durch einen grobmaschigen Rost abgedeckt ist. Von [di]esem Bunker gelangt die Kohle in eine Brechanlage, Abb. 5, in [de]r sie zerkleinert wird, und weiter ohne Zwischenschaltung [ei]ner Füllmaschine in die Pendelbecher. Durch Wipper w_3 können [di]e Kohlen unmittelbar, d. h. unter Umgehung der Brecher[an]lagen, in die Becher gelangen. Um die in den Konveyor ge[le]itete Kohle ohne Verlust hochzufördern, sind zwischen den bei[de]n Kettensträngen Fangtrichter aufgestellt, durch welche die [zw]ischen den Lücken der Becher hindurchfallende Kohle ge[sa]mmelt und den Bechern des unteren Stranges wieder zugeführt [w]ird. Sobald die Becherkette in den Schacht eintritt, wird sie [m]ittels Kurven um 90° abgelenkt, um von hier aus die senk[re]chte Entfernung von rd. 42 m zu überwinden. In Höhe der [E]inwurftrichter für das Sieb *s* erfolgt die Ablenkung des Stran[ge]s in die wagerechte Richtung und seine Führung in einer [ku]rzen Brücke bis zum Antrieb. In dem unteren wagerecht [li]egenden, rückführenden Strange werden die Becher auf der [B]rücke entleert, und zwar an drei Stellen (bei *a*, *b* und *c*, vergl. [A]bb. 5). Die Kippstelle *a* dient dazu, die Kohlen in einen [S]ammeltrichter zu stürzen, von dem die in Höhe der Hängebank [ve]rkehrenden Förderwagen beschickt werden können; *b* hat die [B]eschickung des Schwingsiebes zu übernehmen, während *c* der [u]nmittelbaren Beschickung des Querkonveyors dient. Durch das [Sc]hüttelsieb *s* erfolgt die Scheidung der geförderten 100 t (ge[br]ochenen) Braunkohle in etwa 70 t Feinkohle, 20 t Knorpel [un]d 10 t Grobkohle. In jeder Kippstelle ist eine ausschaltbare [V]orrichtung angeordnet, die dem jeweiligen Bedarfsfall ent[sp]rechend eingestellt werden kann.

Das von der Vorgelegewelle des Konveyors aus angetriebene [Si]eb trennt die Feinkohle von der Stückkohle; außerdem erfolgt [ei]ne Scheidung in Grobkohle und Knorpel. Letztere gelangen [au]f ein (vorhandenes) Förderband und werden von ihm nach der [W]agenbeladung geführt, während die Grobkohle dem Quer[ko]nveyor zugeführt wird und sich in einem gemeinsamen Füll[tr]ichter mit der Feinkohle vereinigt. Neben dieser Verteilung [de]r Kohle ist auch noch die Möglichkeit gegeben, die Feinkohle [du]rch ein kleines Band nach einem vorhandenen „Elevator" zu [fö]rdern, der die Kohle nach dem Naßpreßhaus bringt. Kon[ve]yor, Sieb und Band werden durch einen gemeinschaftlichen [E]lektromotor von 45 PS Dauerleistung angetrieben; zum Antrieb [de]r Kettenbahn sind etwa 4 PS erforderlich.

Die mit dem nach dem Silo des Kraftwerkes führenden [B]echerwerk (d. h. mit dem Querkonveyor) beförderte Kohle kann [na]ch Abb. 4 über und neben den stehenden Eisenbahngleisen in drei Bunker (*d* bis *f*) verteilt werden. (*e* und *f* für Waggons, *d* zur Beladung von Landfuhrwerken u. dergl.).

Das im Schacht untergebrachte, lotrecht fördernde Becherwerk ist als sogenannter Plan-Konveyor ausgebildet und besteht aus einer doppelsträngigen, aus Spezialeisen hergestellten Zugkette, deren Laschen mit kräftigen Bronzebüchsen versehen sind. Die Drehgelenke der Laschen sind besonders breit ausgeführt, damit der Flächendruck in niedrigen Grenzen gehalten werden kann. Beide Trümer der doppelsträngigen Ketten werden mittels durchgehender Achsen miteinander verbunden, von denen jede zwei kräftige, durch Staufferbüchsen geschmierte Laufrollen trägt. Die Büchsen sind auf die Nabe der Rolle aufgeschraubt und drücken somit das Schmiermittel von innen nach den Drehgelenken der Kette bzw. nach den Laufflächen der Rollen, so daß eine einwandfreie und wirksame Schmierung aller aufeinander arbeitenden Teile gewährleistet wird. Außerdem besteht der Vorteil der erwähnten Innenschmierung darin, daß nach Maßgabe der Druckrichtung weder Kohlenstaub noch Sand nach den Lagerstellen gelangen kann.

Die Becher selbst sind aus kräftigen Blechen hergestellt und an den Verbindungsachsen pendelnd aufgehängt. Seitlich befinden sich Kippanschläge, die sich beim Entleeren der Becher gegen die elastisch gelagerten Wangen der Kippvorrichtung legen. An den Ablenkstellen sind kräftige Scheiben eingebaut, die mit der Kette im Eingriff stehen. Der Kettenantrieb erfolgt durch Stahlguß-Sechskantscheiben.

Im Kanal unter den Wippern befindet sich die Spannstelle des Konveyors; sie besteht ebenfalls aus einer Sechskantscheibe und aus Federn, die die Kette unter ständiger Spannung halten, so daß sich im unteren Strange keine „Staukette" bilden kann. Auf den wagerechten Strecken rollt die Kette auf starken Laufschienen; im Schacht ist sie auf der ganzen Länge durch Winkel geführt, die durch kräftige Träger mit der Schachtausmauerung verbunden sind.

Das Sieb *s* ist als gewöhnliches Kurbelsieb ausgeführt und mit zwei verschiedenen Lochungen versehen. Im vorderen Teil hat es einen Doppelboden, der zum Auffangen der Knorpelkohle dient. Rechts und links von dem über Tage liegenden, auf der Brücke verlaufenden wagerechten Strang des Konveyors sind breite Laufstege angeordnet, von denen aus der Betrieb gut überwacht werden kann.

Die Kettenförderung im Querstollen unter Tage dient zur Verbindung der Seilförderung mit der Wipperanlage; sie ist für eine Länge von 30 m vorgesehen und überwindet einen Höhenunterschied von rd. 4 m. Die Leistung dieser Unterkettenbahn beträgt stündlich 240 Grubenwagen, die Wagenentfernung rd. 6 m; demgemäß wurde die Kettengeschwindigkeit mit etwa 0,4 m/s angenommen. Die Schachtkonveyoranlage läuft mit einer Kettengeschwindigkeit von 0,28 m/s und ist mit Bechern ausgestattet, die eine obere l. W. von 800 × 800 mm haben.

Die übrigen Konveyoranlagen dienen dazu, um mit den aus dem Schachte geförderten Rohbraunkohlen entweder 1) Eisenbahn- oder Lastkraftwagen zu beladen, oder 2) den Kohlensilo zu füllen, oder endlich 3) die Kesselhausbunker des Kraftwerkes zu bedienen.

Das Quer-Pendelbecherwerk, Abb. 2 und 4, läuft in einem Kanal unter dem Fußboden des Schachtgebäudes und erhält das Fördergut vom Schachtkonveyor selbst. In der Längswand des Schachtgebäudes steigt der Querkonveyor in einem Turm empor, um hiernach in eine etwa 70 m lange Brücke abgelenkt zu werden. Der untere Strang gelangt unter Überschreitung der Staatstraße nach dem Silogebäude. Die Entladung der Kohle geschieht außer an den bereits erwähnten Kippstellen *d* bis *f* bei *g* (unter dem Antrieb im Silo, vergl. Abb. 1 und 3), wo die selbsttätige Wage *w* und der Silokonveyor beschickt werden.

Das Silo-Becherwerk, Abb. 1 und 2, hat den Zweck, den Kohlenspeicher zu füllen und zu entleeren, außerdem die Füllmaschine des Kesselhauskonveyors unmittelbar zu speisen. Der Spannwagen *h* steht in einem Kanal unter dem Silo; von hier läuft die Becherkette wagerecht unter der Zellenanlage hin und erhält das Fördergut durch eine fahrbare Füllmaschine, die auf die ganze Länge des Speichers verfahren

[1]) Vergl. des Verfassers Beiträge in Z. 1899 S. 85 u. 1245 u. f., 1904 S. 221 u. f., 1906 S. 21 u. 667, 1913 S. 44 u. 362, 1914 S. 1426, 1916 S. 141 u. f. sowie „Glückauf" 1904 S. 858 u. f., 1905 S. 157 u. f., 1907 S. 1074 u. f. usw.; vergl. „Kohlentransport- u. Lagerungseinrichtungen", Glasers Annalen 1898 II S. 41 u. f.; Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1901 S. 425 u. f.; ferner „Hütte" 24. Aufl. (1923). Band II S. 578 u. f. sowie 19. bis 25. Aufl.

werden kann Der Siloschieber[1]) wird durch eine besondere Vorrichtung geöffnet, die gleichfalls fahrbar angeordnet ist. Der Füllmaschinenwagen kann ferner unter dem Ausschüttbunker der selbsttätigen Wage *w* aufgestellt werden, um hier die mit dem Querkonveyor ankommenden Kohlen aufzunehmen (s. oben). Nachdem die Kette die äußerste Stellung der Füllmaschine überschritten hat, steigt der Konveyorstrang innerhalb des Silovorbaues bis zum Dach an. Durch abermalige Ablenkung um 90° läuft das Becherwerk über eine Siebanlage hinweg bis zum Antrieb und kann durch eine Zweiwegschurre mit Kippvorrichtung in jeder beliebigen Stelle in die Zellen entleert werden. Vom Antrieb aus läuft der Konveyor zunächst eine kurze Strecke wagerecht; hier ist eine Kippstelle für die Füllung des Kesselhauskonveyors eingebaut. Vor der Giebelwand des Silos wird die Kette senkrecht nach unten geführt und gelangt so wieder zur Spannstelle zurück

Der Kesselhaus-Konveyor, Abb. 1 und 2, wird also vom Silobecherwerk gespeist. Der Kesselhausförderer ist wieder doppelsträngig ausgebildet; die Spannvorrichtung ist unterhalb des Silokonveyor-Antriebes (in dem rechten Silovorbau) aufgestellt. Die Füllmaschine beschickt das obere Trum; dann steigt die Kette 2,3 m schräg an und tritt beim Verlassen des Vorbaues in eine 52 m lange Brücke ein. Über den Kesselbunkern werden rd. 60 m durchlaufen. Am Ende des Kesselhauses ist der Antrieb aufgestellt; die unteren (rücklaufenden) Becher werden nach Bedarf durch einen fahrbaren Abwurfwagen in die Bunker entleert.

Jede der drei Konveyoranlagen (Quer-, Silo- und Kesselhaus-Becherwerk) ist für eine Leistung von rd. 80 t/h Braunkohle gebaut; der Arbeitsbedarf beträgt je etwa 12 bis 14 PS. Durch das Zusammenarbeiten aller fünf Transportanlagen wird eine völlig betriebsichere Förderung erreicht, die sich dem jeweiligen Bedarf für das Kraftwerk und für den Kohlenverkauf in weitgehendem Maß anpassen kann.

Brikett-Förderanlage der Grube von Voß.

Die in Abb. 8 bis 15 dargestellte, von der Firma G. Luther A.-G., Braunschweig, für die Riebeckschen

[1]) Vergl. Buhle, „Glückauf" 1915 S. 629 u. f., und Z Bd. 60 (1916) S. 141 u f.

Abb. 1 bis 7. Kohlenförderanlage für die Leipziger Braunkohlenwerke in Kulkwitz, gebaut von A. Bleichert & Co. Leipzig.

Kesselhauskonveyor

Abb. 2. Grundriß

Antrieb des Silokonveyors

60420

Staatsstraße

Kesselhaus Kesselhauserweiterung Kesselhauskonveyor B 2300 59710

Abb. 5. Schnitt G–H

Rasenhängebank Querkonveyor Schachtkonveyor 35630 J K Füllortsohle

Abb. 7. Schnitt L–M

Füllortsohle

Abb. 6. Schnitt J–K

Vollstrang Leerstrang

Montanwerke, Grube von Voß, erbaute Anlage dient zur Förderung von Braunkohlen- (Industrie- und Salon-) Briketts vom Pressehaus *a* nach dem Verladegleis *b*. Sie besteht in der Hauptsache aus einem Sammelband *c*, das im Kanal senkrecht zu den Brikettrinnen angeordnet ist, und einem ansteigenden Band *d* mit Verladeturm *e* und Schurre *f*. Die spiralförmigen Auflaufschuhe *g* dienen zur Schonung des Gutes. Das Sammelband *c* ist 500 mm breit, 36 m lang und braucht 3 bis 4 PS, während das Verladeband *d* 93 m Achsenabstand hat bei einer Bandbreite von ebenfalls 500 mm und einem Leistungsbedarf von rd. 6 PS. Die sieben Pressen drücken die Kohlen durch Rinnen *h* nach den Einwurftrichtern *i*, von wo die Briketts auf das Band fallen. Dieses Sammelband wirft seinen Inhalt auf das ansteigende Verladeband *d*, das in seinem ersten Teil in einem Betonkanal gelagert ist und alsdann über eine eiserne Brücke geführt wird. Zum Schutz gegen Witterungsunbilden ist das Brückenband mit schmiedeiserner abhebbarer Haube versehen. Zu beiden Seiten dieses Verladebandes, dessen Antrieb sich im Verladeturm befindet, ist ein Bedienungslaufsteg angeordnet. Die Verladeschurre ist ebenfalls so eingerichtet, daß das Gut nach Möglichkeit geschont wird. Die Briketts fallen vom Band *d* zunächst auf eine durchlöcherte Schurre zur Absonderung des Kohlengruses; letzterer wird durch Förderhunde *k* nach den Kesselfeuerungen gebracht. Als Förderbänder dienen durch und durch gewebte imprägnierte Baumwollgurte englischer Webart.

Kokskohlen-Förderanlage der Zeche Werne.

Bei der in Abb. 16 bis 22 wiedergegebenen, ebenfalls von G. Luther, A.-G., Braunschweig, für die Zeche Werne des Georgs-Marien-Bergwerks- und Hüttenvereins gebauten Anlage handelt es sich

Abb. 16 bis 22. Kokskohlen-Förderanlage der Zeche Werne des Georgs-Marien-Bergwerks- und Hüttenvereins, gebaut von G. Luther A.-G., Braunschweig.

Abb. 16. Aufriß

Abb. 17. Längsschnitt A-B

Abb. 18. Schnitt C-D

Abb. 19. Schnitt E-F

Abb. 20. Schnitt G-H

Abb. 21. Ansicht von X

Abb. 22. Grundriß

neuer Kohlenturm

Koksöfen

alter Kohlenturm

Abb. 8 bis 15. Braunkohlenbrikett-Förderanlage der Riebeckschen Montanwerke, gebaut von der Firma G. Luther A.-G., Braunschweig.

um zwei Hauptwege: 1) um die Beförderung von Kokskohle von einem alten Kohlenturm nach dem alten Koksofen unter Zuhilfenahme dreier Gurte (*a*, *b* und *c* in Abb. 17 bis 19 und 22) und 2) um die Bewegung der Kokskohle vom alten nach dem neuen Kohlenturm, ebenfalls unter Zuhilfenahme von drei Bändern (*d*, *e* und *f* in Abb. 16, 18 und 20 bis 22). Bei der erstgenannten Anlage wird die Kohle aus dem alten Kohlenturm mittels Aufgabewagen auf ein rd. 28 m langes Band *a* befördert, das auf ein Brückenband *b* wirft. Dieses schafft die Kohlen mit Abwurfwagen auf einen Gurt *c* und in einen Zwischenbunker zur Entnahme durch die Koksofenfüllmaschine. Die Gesamtförderlänge beträgt etwa 154 m. Bei der Anlage 2 wird die Kokskohle durch einen Aufgabewagen auf einen 450 mm breiten Gurtförderer *d* von 28 m Länge gebracht und auf ein rd. 183 m langes ansteigendes Band *e* von 800 mm Breite geworfen, das seinen Antrieb gemeinsam mit dem ebenfalls 800 mm breiten Verteilband *f* im neuen Kohlenturm erhalten hat. Band *f* ist 20 m lang und mit selbsttätigem Abwurfwagen ausgerüstet. Der Leistungsbedarf der Fördergurte *e* und *f* beträgt etwa 20 PS, die Bandgeschwindigkeiten durchweg 1,5 m/s. Während die unter dem alten Kohlenturm arbeitenden und die nach dem alten Koksofen führenden Bänder noch Balatagurte sind, hat die nach dem neuen Kohlenturm führende Anlage flach geführte Gummigurte. Band *e* ist in einer vollständig geschlossenen eisernen Brücke gelagert, während das Brückenband *b* nur durch schmiedeiserne Hauben abgedeckt ist. Anlage 1 leistet rd. 50 t/h, Anlage 2 etwa 100 t/h.

[B 1866]

Die Ausdrucksmöglichkeiten des technischen Filmes[1].

Von R. Thun, Ingenieur, Berlin-Reinickendorf.

Nach einer kurzen Beschreibung der Stellung des Filmes zu den übrigen menschlichen Ausdrucksmitteln werden seine Eigenschaften untersucht, sowie die sich hieraus ergebenden Folgerungen für die Aufnahme technischer Filme besprochen.

Einleitung.

Dem Menschen stehen zum Gedanken- und Erfahrungsaustausch eine ganze Reihe verschiedener Ausdrucksmittel zur Verfügung. Jedes von ihnen hat seine eigenen Gesetze und sein bestimmtes Gebiet, auf dem es das Ausdrucksmittel ist.

Von den Ausdrucksmöglichkeiten für das Ohr sei hier abgesehen. Für das Auge sind eine größere Anzahl von Ausdrucksmitteln bestimmt.

A) Mimik.

Diese wird bei einem persönlichen Gedankenaustausch, namentlich in der Werkstatt, zur Unterstützung der Sprache in großem Maße herangezogen.

B) Schrift.

Das geschriebene Wort folgt ähnlichen Gesetzen wie das gesprochene, jedoch ergeben sich gewisse Unterschiede dadurch, daß das geschriebene Wort nicht durch Mimik unterstützt werden kann, wodurch es leicht an Anschaulichkeit einbüßt.

C) Zeichnung.

Diese ist das hauptsächlichste Ausdrucksmittel des Ingenieurs. Es können verschiedene Formen unterschieden werden:

1. Die einfache, flächenmäßig wirkende Zeichnung; die am häufigsten benutzte Form.
2. Die räumlich wirkende Zeichnung (Stereobild);

das Stereobild gewinnt in der letzten Zeit für die Technik stark an Bedeutung.

3. Die bewegte Zeichnung;

diese wird für die meisten Zwecke erst durch das Bildband, den Film, ermöglicht.

Außerdem können alle Arten von Zeichnungen noch unterteilt werden:

a) in einfarbige und
b) in mehrfarbige.

Die Farbe steigert, angenähert in dem gleichen Maße, die Übersichtlichkeit und den Inhaltreichtum jeder Art von Zeichnungen.

Für die verschiedenen Anwendungsgebiete der einzelnen Ausdrucksmittel sind besonders zwei Eigenschaften maßgebend, die Allgemeinverständlichkeit und die Anschaulichkeit.

Die Allgemeinverständlichkeit wird durch die Ansprüche begrenzt, die die einzelnen Ausdrucksmittel an die Vorbildung der Zuhörer oder Zuschauer stellen. Bei Sprache und Schrift kennzeichnen in der Hauptsache die Sprachgrenzen die Gebiete, innerhalb deren man auf Verständnis rechnen kann. Außerdem hängt es jedoch noch in hohem Maße von dem Stil ab, welche Kreise innerhalb der allgemeinen Sprachgrenzen einem Vortrag oder Aufsatz folgen können.

Die Anschaulichkeit hat für die Verwendbarkeit der einzelnen Ausdrucksmittel eine ähnliche Bedeutung, wie die Allgemeinverständlichkeit. An der Grenze verwischen sich diese beiden Begriffe etwas. Mit Anschaulichkeit bezeichnet man die Fähigkeit eines Ausdrucksmittels, die Erinnerung an ein wirkliches Erlebnis wachzurufen oder die Erinnerung an mehrere wirklich erlebte Tatsachen derart miteinander zu verknüpfen, daß das Ergebnis einem neuen Erlebnis gleichkommt. Da der Ingenieur technische Tatsachen in erster Linie durch das Auge erlebt, haben für ihn diejenigen Ausdrucksmittel die größte Anschaulichkeit, die sich in ihrer Form der Wirklichkeit am meisten nähern. Dieses sind die Zeichnungen in ihren verschiedenen Formen.

In der Technik handelt es sich in den meisten Fällen um räumliche Gebilde, die sich in der Zeit ändern, d. h. es sind vier Dimensionen gleichzeitig wiederzugeben, nämlich die drei Dimensionen des Raumes und außerdem als vierte Dimension die Zeit. Die einfache, flächenhafte Zeichnung ermöglicht jedoch nur die unmittelbare Wiedergabe von zwei Dimensionen. Soll auch die dritte Dimension des Raumes wiedergegeben werden, so sind besondere Darstellungsverfahren anzuwenden. Bei technischen Zeichnungen hat sich hierfür die Wiedergabe in drei senkrecht zu einander stehenden Schnitten eingebürgert. Ebenso kann beispielsweise bei Maschinen die Bewegung der einzelnen Teile entweder durch eine Reihe von Zeichnungen wiedergegeben werden, oder die Bewegungsbahnen werden in eine Zeichnung eingetragen.

Beide Verfahren setzen jedoch eine gewisse Schulung des Betrachters voraus. Außerdem erfordern sie auch von dem geschulten Betrachter noch einen beträchtlichen Aufwand an geistiger Arbeit, wenn er etwas verwickeltere Vorgänge an der Hand derartiger Zeichnungen verfolgen soll. Auch bei der Wiedergabe irgendwelcher Vorgänge durch Kurven usw. entstehen Schwierigkeiten, wenn die Zusammenhänge zwischen mehr als zwei Veränderlichen dargestellt werden sollen. Auch diese Schwierigkeiten lassen sich mit der einfachen, zweidimensionalen Zeichnung überwinden, doch erfordern die hierfür ausgebildeten Verfahren wieder eine besondere Schulung des Betrachters.

Jedes Darstellungsverfahren, das mehr Dimensionen als ein andres unmittelbar wiedergibt, ist anschaulicher als das andre und erfordert zu seinem Verständnis eine geringere Vorbildung und eine geringere Einfühlarbeit des geschulten Betrachters. Das Stereobild gibt das räumliche Aussehen einer Maschine unmittelbar wieder. Es wird deshalb ohne weiteres von jedem, der stereoskopisch sehen kann, verstanden. Eine Schulung, wie sie zum Lesen technischer Zeichnungen erforderlich ist, ist dann nicht erforderlich. Leider kann ein verhältnismäßig großer Teil der Menschen nicht stereoskopisch sehen. Man kann sich durch einen einfachen Versuch hiervon leicht überzeugen, indem man bei einem Stereobild die beiden Hälften vertauscht, und dieses Bild in einer Reihe seitenrichtiger Stereobilder zeigt. Eine große Anzahl von Betrachtern, nämlich alle, die nicht wirklich stereoskopisch sehen können, sind nicht in der Lage, anzugeben, bei welchem Bilde die Seiten vertauscht sind. Noch besser sind für einen derartigen Versuch Bilder geeignet, die lediglich eine Reihe nicht in Zusammenhang stehender Punkte zeigen, und bei denen anzugeben ist, wie die Punkte in der Tiefe verteilt sind.

Das lebende Bild als menschliches Ausdrucksmittel.

Das lebende Bild gibt außer zwei Dimensionen des Raumes noch die Zeit unmittelbar wieder, also auch insgesamt drei Dimensionen. Für technische Darstellungen ist es von besonderer Bedeutung, daß diese dritte Dimension die Zeit ist, da diese bei allen andern Darstellverfahren erst in eine andersgeartete Dimension, nämlich in eine Länge umgewandelt werden muß. Die unmittelbare Wiedergabe der Zeit setzt die Anforderungen, die das bewegliche Bild an die Schulung der Zuschauer stellt, ganz wesentlich herab.

Außerdem kann jedoch das lebende Bild auch noch die dritte Raumdimension unmittelbar wiedergeben, und zwar bei geeigneten Aufnahmeverfahren in dem gleichen Maße wie das stereoskopische Bild. Die gewöhnliche photographische Naturaufnahme gibt bereits einen guten räumlichen Eindruck, solange das Bild starke Bewegung zeigt. Der Grund hierfür liegt darin, daß die Winkelgeschwindigkeiten der bewegten Teile, bezogen auf das Auge des Betrachters bzw. auf das Objektiv der Aufnahmekamera als Drehpunkt, je nach der Tiefenentfernung des bewegten Teiles verschieden sind. Hierdurch wird ein gutes Schätzen der Tiefe ermöglicht. Wird während der Aufnahme der Apparat seitlich verschoben, so ist der räumliche Eindruck gleich dem eines stereoskopischen Bildes. Das stereoskopische Sehen beruht auf dem Vorhandensein einer Parallaxe. Diese kann sowohl eine räumliche sein, wie bei dem zweiäugigen Betrachten eines gewöhnlichen Stereobildes, als auch eine zeitliche, wie bei einer kinematographischen Aufnahme mit seitlich bewegtem Aufnahmeapparat. Das stereoskopische Sehen auf Grund einer räumlichen Parallaxe durch zweiäugiges Sehen setzt ein angenähert gleiches Sehvermögen beider Augen voraus, was bei einem räumlichen Sehen auf Grund einer zeitlichen Parallaxe nicht nötig ist. Deshalb besitzen wohl alle Menschen die Fähigkeit der letzten Art des räumlichen Sehens, jedoch nicht die des zweiäugigen räumlichen Sehens.

Die stereoskopische Wirkung lebender Bilder, bei deren Aufnahme der Apparat eine seitliche Bewegung ausführte, bezeichnet man mit Eisenbahneffekt, da er besonders stark bei Aufnahmen aus einem fahrenden Zuge auftritt. Durch Schwenken des Panoramakopfes kann diese Wirkung nur erzielt werden, wenn das Objektiv seitlich der Schwenkachse sitzt, so daß es

[1] Ein Abschnitt aus dem Buche „Der Film in der Technik", das demnächst beim VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin, erscheint.

ßer der Drehbewegung auch eine seitliche Verschiebung er-
ırt. Infolge der Kleinheit dieser seitlichen Verschiebung ist
loch die räumliche Wirkung dann auch nur meistens gering
sgebildet. Ein Drehen des aufzunehmenden Gegenstandes, bei-
ielsweise einer Maschine, während der Aufnahme, ruft
enfalls eine stärkere Tiefenwirkung hervor, infolge der ver-
hiedenen Winkelgeschwindigkeiten der einzelnen Teile, bezogen
f das Aufnahmeobjektiv als Drehpunkt.

Das lebende Bild kann also die drei Abmessungen des
umes und außerdem noch die Zeit unmittelbar wiedergeben,
mmt also dadurch der Wirklichkeit näher als jedes andre
ichnerische Ausdrucksmittel. Hierin liegt die große Anschau-
hkeit des lebenden Bildes begründet und damit seine leichte
rständlichkeit. Infolgedessen erfordert das lebende Bild zu
inem Verständnis eine geringere geistige Arbeit des Zuschauers
w. eine kürzere Zeit. Leider ist es nicht möglich, diese Ver-
ltnisse durch den Abdruck von Bildern oder Zeichnungen zu be-
gen, da diese die Eigenart des lebenden Bildes, die Bewegung,
cht unmittelbar wiedergeben können. Je nach der Art der darzu-
ellenden Vorgänge kann man an Hand eines Filmes in einer mehr
er weniger kurzen Zeit in ein bestimmtes Gebiet einführen, als es
ne Benutzung dieses Hilfsmittels möglich ist. Diese Eigen-
haft hat dem lebenden Bild, allerdings ohne Berechtigung, den
orwurf der Oberflächlichkeit eingetragen. Infolge seiner An-
haulichkeit ruft das lebende Bild in dem Zuschauer ein viel
irkeres Gefühl des völligen Verstehens der dargestellten Vor-
nge hervor als ein einfacher oder nur mittels stehender
lder erläuterter Vortrag über das gleiche Gebiet hervor-
rufen vermag. Dieses Gefühl des völligen Verstehens kann
erdings unter Umständen den Zuschauer zu einer Über-
hätzung der ihm durch den Film vermittelten Kenntnisse ver-
ten. Trotzdem wird er jedoch auch in Wirklichkeit durch den
lm wesentlich mehr Neues kennen gelernt haben, als ein andres
usdrucksmittel ermöglicht hätte.

Das lebende Bild zeigt wie das ruhende Bild zwei Haupt-
rmen, die Naturaufnahme und die Zeichnung.

Die Naturaufnahme ist eine mehr oder weniger ge-
eue Wiedergabe der Wirklichkeit. Sie hat jedoch dieser
genüber gewisse Vorteile. Bei einem lebenden Bilde weiß man
nau im voraus, wie sich der Ablauf des Gezeigten abspielt, bei
er Vorführung der Maschinen oder Versuche in Wirklichkeit
eiß man dieses nicht mit der gleichen Sicherheit. Hier spielt
ufig die Tücke des Objektes einen bösen Streich. Allerdings
rd der Ingenieur bei zufällig eintretenden Hindernissen be-
teilen können, was dabei der vorgeführten Maschine und was
günstigen Umständen zuzuschreiben ist, doch wird wohl immer
e Wirkung der Vorführung leiden. Diese Zwischenfälle
nd bei Filmvorführungen völlig ausgeschaltet. Der Zufall kann
ch nur noch in der Weise betätigen, daß er die Vorführung des
lmes selber beeinträchtigt. Derartige Zufälligkeiten lassen sich
loch durch Wahl eines geeigneten Vorführungsraumes besser
rhüten als Zufälligkeiten bei der tatsächlichen Vorführung von
aschinen oder Versuchen, und wenn sie sich einmal nicht ganz
rmeiden lassen, dann wird sie der Zuschauer wohl immer rest-
s der Filmvorführung selber und nicht den gezeigten Vorgängen
schreiben.

Ein weiterer sehr wesentlicher Vorzug des Filmes gegen-
er einer tatsächlichen Vorführung von Maschinen usw. besteht
der besseren Beherrschung der Zeit. Jeder zu zeigende Vor-
ng und jede vorzuführende Maschine enthält neben dem Neuen,
orauf es besonders ankommt, auch bereits Bekanntes sowie
hepunkte, an denen es nichts zu zeigen gibt. Soll beispiels-
eise ein neues Schweißverfahren vorgeführt werden, so stellt
e Zeit, die zur Abkühlung der geschweißten Gegenstände er-
rderlich ist, einen derartigen Ruhepunkt dar. Bei einer tat-
chlichen Vorführung muß man diese Zeit mehr oder weniger
tzlos verstreichen lassen, weil sich vor ihrem Ablauf Festig-
itsproben usw. nicht durchführen lassen. Bei dem lebenden
ld können derartige Zeiten ohne weiteres fortgelassen werden.
e hierdurch ermöglichte Zeitersparnis gestattet eine ausführ-
here Behandlung derjenigen Teile, auf die es besonders an-
mmt.

Des weiteren erhebt man häufig gegen den Film den
orwurf, daß er nicht in gleicher Weise glaubwürdig sei
e eine wirkliche Vorführung. Abgesehen davon, daß
n auch bei einer tatsächlichen Vorführung die Versuchs-
dingungen mehr oder weniger unbemerkt nach der günstigen
ite hin beeinflussen kann, hat jedoch ein Film, der durch den
men des Aufnahmeleiters gedeckt ist, den gleichen Anspruch
f Glaubwürdigkeit wie eine technische Abhandlung, die durch
n Namen des Verfassers gedeckt ist. Außerdem können be-
sichtigte Fälschungen im Film ebenso leicht oder ebenso
schwer von dem Zuschauer erkannt werden wie beabsichtigte
Täuschungen bei Vorführung wirklicher Maschinen und Ver-
fahren.

Der Film ermöglicht jedoch nicht nur die Ausschaltung
nutzloser Wartezeiten, sondern er gestattet auch, daß der Maß-
stab von Zeit und Raum beliebig geändert wird. Durch Zeit-
lupenaufnahmen und durch Zeitrafferaufnahmen kann der Maß-
stab der Zeit auf den günstigsten Wert gebracht werden, ohne daß
sich gleichzeitig z. B. die Beschleunigungen und Ver-
zögerungen in unzulässiger Weise ändern. Unter Umständen
kann die Möglichkeit des Filmes, die Zeit negativ wiederzugeben,
auch von großer Bedeutung sein, z. B. wenn man die Nicht-
umkehrbarkeit eines Vorganges veranschaulichen will. Durch
Großaufnahmen kann auch der Raum in großem Umfange be-
herrscht werden. So ermöglicht es der Film, gleichzeitig einer
großen Anzahl von Zuschauern die richtige Führung einer
Schweißflamme noch besser zu zeigen als es bei einer wirklichen
Vorführung kaum einer ganz kleinen Zahl von Zuschauern ge-
zeigt werden kann.

Die Vorführung geschichtlichen Stoffes wird überhaupt erst
durch den Film ermöglicht. Es ist meistens nicht möglich, die Be-
nutzung außer Gebrauch gekommener Werkzeuge auf eine andre
Weise als durch den Film vorzuführen, weil die hierzu erforder-
liche Übung verloren gegangen ist.

Der Film ist in vielen Fällen außerdem noch billiger als
eine Vorführung der wirklichen Maschinen und Verfahren. Da
heute bereits fast überall Vorführungsmöglichkeiten für Filme
bestehen, entfallen besondere Vorbereitungskosten. Selbst wenn
erst eine Vorführungsmöglichkeit geschaffen werden muß, sind
die hierfür erforderlichen Kosten geringer als die für die Vor-
bereitung größerer Versuche entstehenden. Dazu kommt noch, daß
die Versandkosten des Filmes wohl immer ganz wesentlich
niedriger sind als die auch nur kleiner Maschinen. Außerdem ist
man von sonstigen Umständen, wie dem Wetter, unabhängig, was
man sonst, beispielsweise bei der Vorführung landwirtschaft-
licher Maschinen, nicht ist.

Unter Umständen kann es auch von besonderer Wichtigkeit
sein, daß man beim Film mit Sicherheit weiß, was der Zu-
schauer sieht. Bei der Vorführung eines Modells kann es leicht
vorkommen, daß der Zuschauer auch verschiedenes sieht, was er
eigentlich nicht sehen soll.

Das gezeichnete lebende Bild hat zu der leben-
den Naturaufnahme die gleiche Stellung wie die ruhende Zeich-
nung zu dem ruhenden Lichtbild. Ebenso wie die ruhende
Zeichnung als Werkstattzeichnung oder Diagramm in der
Technik in vielen Fällen dem Lichtbild überlegen ist, so ist im
technischen Film auch das gezeichnete Bild häufig dem photo-
graphierten vorzuziehen. Das gezeichnete Bild ermöglicht es,
alles Unwesentliche in viel stärkerem Maße zu unterdrücken, als
dieses bei Naturaufnahmen möglich ist. Außerdem ermöglicht
es, alles Wesentliche stärker hervorzuheben und sogar stark zu
übertreiben, ohne daß es unnatürlich wirkt. Auch die Zeiten, und
zwar sowohl die Ruhezeiten als auch Geschwindigkeiten, können
bei dem gezeichneten lebenden Bild in viel stärkerem Maße ver-
ändert werden, als es bei einer Naturaufnahme möglich ist.
Dieses ist besonders wichtig, wenn man einen schnellen Überblick
über ganze Arbeitsvorgänge geben will, um das Verständnis der
darauffolgenden Naturaufnahmen zu erleichtern.

Bei Naturaufnahmen läßt es sich nicht immer vermeiden,
daß unwesentliche Teile gerade die Stellen verdecken, auf die es
ankommt. So werden bei Maschinen wichtige Teile häufig durch
das Gestell verdeckt, ohne daß die Möglichkeit besteht, das
Gestell entsprechend auszusparen. In diesem Fall ermöglicht
nur die lebende Zeichnung eine genügend klare Darstellung der
zu zeigenden Vorgänge.

Die Darstellung von Theorien wird ebenfalls in den meisten
Fällen erst durch die lebende Zeichnung ermöglicht. So kann
die neuzeitliche Ionentheorie in ihren verschiedenen Anwendungen
wohl nur zeichnerisch wiedergegeben werden.

Gemäß dem Vorstehenden werden lebende Zeichnungen be-
sonders in folgenden Fällen anzuwenden sein:

1. Übersichten über ganze Arbeitsvorgänge.
2. Schematische Erläuterungen der Wirkungsweise von Ma-
schinen, namentlich wenn Überdeckungen von wichtigen
Teilen bei der wirklichen Ausführung nicht zu vermeiden
sind.
3. Erläuterung der Wirkungsweise elektrischer Schaltvor-
gänge. Die üblichen, ruhenden Schaltbilder geben wohl
die Verbindung der einzelnen Teile der betreffenden
Schaltung an, sie zeigen jedoch nicht, wie die einzelnen
Leitungen von Strömen durchflossen werden bzw. wann
sie unter Spannung stehen und wie der Stromverlauf durch

Schaltvorgänge beeinflußt wird. Durch unmittelbare Darstellung des Fließens der Ströme usw. kann das Verständnis der Schaltungen sehr erleichtert werden.

4. Ablauf chemischer Vorgänge. Hier kann bei Benutzung einfacher Symbole die Umlagerung der einzelnen Radiale sowie der Molekularstruktur usw. besser veranschaulicht werden, als die gewöhnliche Zeichensprache der Chemie ermöglicht.
5. Diagramme von technischen Vorgängen, wirtschaftlichen Verhältnissen usw.

Ein besonderer Vorteil der lebenden Zeichnungen besteht darin, daß man verwickelte Darstellungen vor den Augen der Zuschauer entstehen lassen kann. Wird eine derartige Darstellung dem Zuschauer sofort als Ganzes gezeigt, beispielsweise durch ein ruhendes Lichtbild, so ist eine erhebliche Arbeit mit entsprechendem Zeitverlust für den Zuschauer erforderlich, bis er sich in der Darstellung zurechtfindet. Die hierfür erforderliche Zeit kann durch einen allmählichen Aufbau der Darstellung meistens ganz wesentlich abgekürzt werden, da hierdurch der Zuschauer einen Anhaltspunkt dafür bekommt, wie er sich am schnellsten in der Darstellung zurechtfinden kann.

Bei dem lebenden Bild ist es übrigens unbedingt erforderlich, daß verwickeltere Darstellungen vor den Augen des Zuschauers aufgebaut werden, denn bei dem Ablauf des lebenden Bildes hat der Zuschauer meistens das Gefühl, daß ihm für die Betrachtung nur eine bestimmte Zeit zur Verfügung steht. Wird ihm zu viel auf einmal dargeboten, so fürchtet der Zuschauer meist (oft auch nicht mit Unrecht), daß ihm der Ablauf des Filmes nicht genügend Zeit zur Betrachtung läßt. Die Entstehung dieser Empfindung wird verhindert, wenn die Aufmerksamkeit jeweils nur von einem Punkte der Projektionsfläche in Anspruch genommen wird. Auch ein ruhendes Lichtbild wird ja nur punktweise betrachtet, und es kann nur als ein Vorteil der beweglichen Zeichnung angesehen werden, daß sie die Möglichkeit bietet, dem Zuschauer die Reihenfolge anzugeben, die am zweckmäßigsten für die Betrachtung des Bildes ist.

Werden technische Trickzeichnungen zum ersten Male einem Zuschauerkreise vorgeführt, so wird beim Fehlen eines Begleitvortrages häufig eine humoristische Wirkung erzielt, die durch den Inhalt der Bilder nicht begründet ist. Der Grund hierfür dürfte in dem ungewohnten Anblick einer bewegten, technischen Zeichnung liegen. Sobald die Bedeutung der lebenden Zeichnung für die Darstellung schwieriger Vorgänge erst einmal allgemeiner erkannt ist, werden derartige ungewollte Wirkungen nicht mehr auftreten.

Film und Zeitgefühl.

Der Film hat eine eigenartige psychologische Nebenwirkung insofern, als er eine Änderung des subjektiven Zeitgefühles hervorruft. Dieses ist bei der Betrachtung eines Filmes ein ganz andres als bei der Betrachtung eines sich in der Natur abspielenden Vorganges. Die Änderung des subjektiven Zeitgefühles besteht darin, daß die Zeiten, während deren das Bild keine Bewegung zeigt, mehr oder weniger stark überschätzt werden. Die Überschätzung dieser Ruhezeiten ist um so größer, je mehr die Aufmerksamkeit auf den Film gerichtet ist. Wird die Vorführung des Filmes durch einen Vortrag begleitet, so wird die Zeitdauer von Ruhepunkten der Bilder in geringerem Maße überschätzt.

Anderseits ist das subjektive Zeitgefühl des Zuschauers sehr empfindlich gegen Änderungen der Geschwindigkeiten der vorgeführten Bewegungen. Bereits Änderungen von 10 bis 20 vH werden als solche erkannt. Infolgedessen ist es nicht möglich, das Überschätzen der Zeiten von Ruhepunkten der Bewegungen durch eine allgemeine Beschleunigung der Vorführungsgeschwindigkeit auszugleichen. Dieses würde sogar den entgegengesetzten Erfolg haben, denn da gleichzeitig dann auch die Bilder sich entsprechend schneller bewegen, wird hierdurch das Zeitgefühl der Zuschauer noch mehr beschleunigt. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, lediglich die Ruhepunkte der Bilder zu kürzen. Derartige Änderungen des zeitlichen Ablaufes können nicht als Fälschungen angesehen werden, vielmehr muß man es als einen Fehler ansehen, wenn die vorstehend geschilderten Verhältnisse nicht berücksichtigt werden.

Die richtige Bemessung der Vorführungsdauer der einzelnen Bilder erfordert eine gewisse Erfahrung. Es können hier folgende Fälle unterschieden werden:

1. Die Vorführungsdauer des gesamten Bildes entspricht der Aufnahmedauer.

Dies ist der Fall, wenn das Bild dauernde Bewegungen zeigt und Ruhepausen nur von kurzer Dauer sind. Es ist dabei nicht erforderlich, daß die Hauptpunkte des Bildes in dauernder Bewegung sind, es genügt für eine Richtigstellung des s jektiven Zeitgefühles, wenn nur nebensächliche Teile Beweg zeigen.

Längere Bewegungspausen können ungekürzt vorgefü werden, wenn der Begleitvortrag an der betreffenden St längere Zeit erfordert. Da dann der Vortrag die Aufmerksamk der Zuschauer in Anspruch nimmt, kann die Bewegungspa nicht subjektiv überschätzt werden.

2. Die Bewegungspause wird in unauffälliger Weise gekü

Ist die Gesamtdauer der Bewegungspause nur kurz, so ka sie in der Weise gekürzt werden, daß diese Änderung nicht sonders in Erscheinung tritt. Nach dem oben Gesagten kann e derartige Änderung innerhalb gewisser Grenzen nicht Fälschung angesehen werden.

3. Die Kürzung der Bewegungspause wird besonders kennzeichnet.

Bei länger dauernden Bewegungspausen wird die v genommene Kürzung zweckmäßig besonders gekennzeich Dieses kann entweder dadurch geschehen, daß das Bild auf ku Zeit verdunkelt wird, oder es wird an dieser Stelle ein Titel o eine Großaufnahme eingeschoben. Ist die Bewegungspause se lang, dann braucht man die vorgenommene Kürzung jedoch ni besonders zu kennzeichnen, da diese dann eine Selbstverstä lichkeit ist.

Zahlreiche Wiederholungen derselben Arbeitsbewegun entsprechen in ihrer Wirkung auf das subjektive Zeitgefühl Bewegungspausen. Soll beispielsweise ein Loch ausgegra oder ein Baum umgesägt werden, dann wird die Gesamtda dieser Arbeit bei einer der Wirklichkeit entsprechenden V führungsdauer überschätzt. Hier sind also die gleichen Mi wie bei den Bewegungspausen anzuwenden, d. h. bei nicht langer Gesamtdauer der Arbeit sind einfach eine Reihe Einzelbewegungen fortzulassen, bei längerer Gesamtdauer ist Kürzung durch Großaufnahmen oder Titel zu kennzeichnen.

Die vorstehenden Bemerkungen beziehen sich auf wegungspausen, die nichts Besonderes zeigen, z. B. auf einfa Unterbrechungen von Arbeitsbewegungen. Erfordert jedoch in die lebenden Bilder eingeschaltete ruhende Bild eine besond Aufmerksamkeit, dann übt die Vorführung eine ganz and psychologische Wirkung aus. Der Zuschauer hat dann das fühl, daß ihm der Weiterlauf des Bildbandes nicht genügend Z zur Betrachtung des Bildes läßt, wodurch er unruhig wird. Di Wirkung kann durch einen Begleitvortrag aufgehoben werd denn der Zuschauer vermutet, jedoch nicht immer mit Re daß das ruhende Bild entsprechend der Dauer des Begl vortrages stehen bleiben wird.

Film und Vortrag.

Im Vorstehenden war schon an verschiedenen Stellen die Aufgaben eines Begleitvortrages bei technischen Filmen h gewiesen. Für einen Begleitvortrag bei technischen Film spricht vor allem die Erfahrung, daß die Aufmerksamkeit Zuschauer bei einer lautlosen Vorführung technischer Fil meistens nach kurzer Zeit stark nachläßt. Der Grund hier dürfte in folgendem liegen: diejenigen Zuschauer, denen die zeigten Vorgänge bekannt sind, können dem Film mit Verstä nis folgen, sofern jedoch nicht eine besonders neue Darstellun weise ihre Aufmerksamkeit fesselt, läßt die Aufmerksamk leicht nach. Dagegen vermögen Zuschauer, denen die gezeigt Vorgänge ganz fremd sind, meistens dem Inhalt des Filmes nic mit genügendem Verständnis zu folgen. Mit dem Bild all kann man diese beiden Möglichkeiten meistens nicht in genüge dem Maße vermeiden. Die technischen Veröffentlichungen den Zeitschriften bestehen ja auch nicht nur aus Bildern, u selbst den Zeichnungsatlanten wird mindestens eine kurze E führung beigegeben. Der Film bietet zwar durch die Titel Möglichkeit, den einzelnen Bildern kurze Überschriften zu geb doch reicht dieses Mittel nicht immer vollständig aus.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß ein Begleitvortrag den W eines Filmes für die Zuschauer um ein Vielfaches steigert. Di geht soweit, daß ein an und für sich mäßiger technischer Fil der von einem guten Vortrag begleitet wird, in der Mehrzahl Fälle wesentlich günstiger beurteilt wird als ein an und für si bedeutend besser durchgearbeiteter Film, der ohne Begleitvortr vorgeführt wird. Die Notwendigkeit des Begleitvortrages v ringert den Wert des Filmes ebenso wenig wie die zu ei Zeichnung erforderliche Beschreibung den Wert dieser v mindert. Der Film ermöglicht aus den oben angeführten Gründ immer eine weitergehende Behandlung des gleichen Gebietes es ohne Film möglich ist.

Im allgemeinen bietet es keine großen Schwierigkeiten, einem Film einen guten Begleitvortrag zu halten. Allerdin

at der Vortragende nicht eine so große Freiheit wie bei einem eien Vortrag. Es ist selbstverständlich, daß der Vortragende as Gebiet, das der Film behandelt, genau kennen muß. Eine enaue Kenntnis des Filmes ist erwünscht, aber nicht unbedingt erforderlich. Es genügt meistens, wenn der Vortragende die enaue Bilderfolge, die Länge der einzelnen Bilder kennt. Von orteil ist es jedoch immer, wenn der Vortragende den Film indestens einmal vorher gesehen hat. Wenn der Vortragende as Gebiet, das der Film behandelt, nicht voll beherrscht, dann uß er die einzelnen Bilder möglichst mehrmals gesehen haben.

Der Begleitvortrag zu einem Film setzt eine gewisse Schlagfertigkeit des Vortragenden voraus, die um so größer sein muß, e weniger genau er den Film kennt. Der Vortragende muß sich uch immer bewußt bleiben, daß der Zweck des Begleitvortrages arin besteht, die Aufmerksamkeit des Zuschauers auf die wichtigsten Punkte im Bilde hinzulenken. Es ist also falsch, während des Ablaufes der Bilder über etwas anderes zu sprechen ls in dem Bilde gezeigt wird. Leider wird noch häufig gegen iese Selbstverständlichkeit verstoßen. Sachen, die in dem Film icht enthalten sind, sollen während der Pause der Vorführung oder vor und nach ihr vorgetragen werden. Wie weit es zweckmäßig ist, auf den Inhalt der einzelnen Bilder vor ihrer Vorführung einzugehen, kann nur von Fall zu Fall entschieden werden.

Die Grenzen des Filmes.

Jedes Ausdrucksmittel ist auf bestimmten Gebieten allen andern Ausdrucksmitteln überlegen, auf andern Gebieten ist es ihnen gleichwertig, und auf wieder andern Gebieten ist es ihnen unterlegen. Dieses gilt auch für den Film. Handelt es sich um die Wiedergabe von Vorgängen, so ist das bewegte Bild wohl allen andern Ausdrucksmitteln vorzuziehen. Bei der Wiedergabe von Schematas, Diagrammen usw. ist es dem ruhenden Bild teils gleichwertig, teils überlegen, teils unterlegen. Bei der Wiedergabe von ruhenden Gegenständen, bei denen die Tiefenwirkung zur Geltung kommen soll, kann bei Anwendung des Eisenbahneffektes der Film dem ruhenden Bild gegenüber auch Vorteile bieten. Er ist diesem jedoch beispielsweise unterlegen, wenn ruhende Flächenmuster wiedergegeben werden sollen oder die ästhetische Wirkung von Bauwerken gezeigt werden soll. Die dem laufenden Bild innewohnende Hast läßt in diesen Fällen nicht die für die beabsichtigte Wirkung erforderliche Beschaulichkeit des Zuschauers aufkommen. In diesen Fällen ist das stehende Lichtbild unbedingt vorzuziehen. Dieses schließt natürlich nicht aus, daß man gegebenenfalls in einem längeren Film auch einige Bilder zeigt, die besser durch ein Diapositiv wiedergegeben werden. Da der Wechsel vom Laufbild zum Standbild immer gewisse Anforderungen an den Vorführer stellt, wenn der Wechsel nicht gerade zwischen zwei Akten erforderlich ist, zieht man es in solchen Fällen vor, den betreffenden Teil als ruhendes Laufbild zu zeigen. Man darf dabei jedoch nicht in den Fehler verfallen, noch künstlich eine unnötige Bewegung in das betreffende Bild zu bringen. Soll beispielsweise in einem Film die Fassade eines Hauses gezeigt werden, so wird man versuchen, in dem Bilde einen möglichst geringen Straßenverkehr zu zeigen. Dieser würde nur von der Fassade des Hauses ablenken und dadurch den Wert des Bildes verringern.

Man soll von einem Film auch nicht Unmögliches verlangen. Das lebende Bild verkürzt zwar immer die Zeit, die zum Erfassen eines Vorganges erforderlich ist, aber dieser Zeitgewinn hat auch seine Grenzen. Ein Filmvortrag kann zwar einige Vorträge, die ohne dieses Hilfsmittel gehalten werden, ersetzen, aber nicht ein mehrmonatliches Studium. Es ist auch nicht immer möglich, bei der ersten Wiedergabe eines Vorganges durch das lebende Bild gleich die beste Ausdrucksform zu finden, wenn auch eine größere Erfahrung zu grobe Fehler in dieser Hinsicht verhindern kann. [B 357]

Die Müllbeseitigung in Paris.

Asche, Hausmüll und Straßenkehricht, soweit letzterer nicht der Kanalisation zugeführt wird, werden täglich morgens von etwa 700 Kraftwagen mit nach hinten kippbarem Wagenkasten gesammelt und den vier in etwa gleicher Entfernung von der Stadtmitte liegenden Müllverwertungsanlagen in St. Ouen, Romainville, Issy les Moulineaux und Ivry zugeführt. Die Wagen gehören drei Privatgesellschaften, die verpflichtet sind, noch etwa 180 weitere Wagen bereitzuhalten, nach beendeter Abfuhr aber über alle Wagen frei verfügen können. Außerdem hat die Stadt selbst noch 200 Wagen zur Aushilfe bereit. Jeder Wagen faßt rd. 5 t. Die Gesellschaften erhalten eine Vergütung, die nach dem von der Stadt vorgeschriebenen Weg und der Zahl der gestellten Wagen festgesetzt und den jeweiligen Brennstoffpreisen, den Führerlöhnen und der Kraftwagensteuer angepaßt wird. Zurzeit nehmen die vier Anlagen auch noch Müll aus den Vororten an, der von den gleichen Gesellschaften herbeigeschafft wird.

Die vier Anlagen unterstehen heute einer gemeinsamen Verwaltung und werden so ausgebaut, daß sie alle nach dem gleichen Verfahren arbeiten werden. Als Vorbild dient das Werk in St. Ouen, wo im Jahre 1899 die Société des Engrais Complets damit begann, aus dem Müll Dosen, Flaschen, Eisen u. a. auszulesen, den Rest zu mahlen und als Dünger zu verkaufen. Bis 1906 fand dieser dauernd guten Absatz, besonders bei den Besitzern der Zuckerrübenfelder. Es wurden deshalb die beiden Anlagen in Issy les Moulineaux und Romainville gebaut, während eine andre Gesellschaft 1905 die Anlage in Ivry einrichtete. Nach 1906 fiel aber der Zuckerpreis so, daß der Rübenbau stark eingeschränkt wurde und der Dünger nicht mehr genügend Verwendung fand.

Deshalb wurde 1907 und 1908 die Müllverbrennung eingeführt. Die Anlage in St. Ouen wurde nach und nach so vergrößert, daß sie 1922 235 000 t Müll verarbeitete, wovon 52 vH verbrannt und weitere 43 vH als Dünger verkauft wurden. Es wurden 9,5 Mill. kWh über den eigenen Bedarf hinaus erzeugt, von denen 68 vH für den Betrieb der Pumpen der städtischen Kanalisation, der Rest von privaten Abnehmern verbraucht wurden.

Die ankommenden Müllwagen werden in eine lange Grube auf Förderbänder entleert, auf denen zunächst Blechdosen und dergleichen von Hand ausgelesen werden. Dann wird das Müll durch Becherwerke in Siebtrommeln gebracht. Der abgesiebte Teil wird als Dünger verkauft, das Übrige den Kesselfeuerungen zugeführt. Zerkleinert wird das Müll nur, wenn die Anlage überlastet ist. Die ursprünglichen Meldrumfeuerungen wurden in Boussangefeuerungen umgebaut und fünf Heenan & Froude-Kessel hinzugefügt. Es können jetzt in St. Ouen 500 t/Tag verbrannt werden.

Die Schlacke wird in Blöcken gewonnen, gebrochen, gemahlen und gesiebt. Der in beträchtlichen Mengen vorhandene Kalk zerfällt nach mehrmonatigem Lagern in Haufen. Soll die Schlacke gleich verarbeitet werden, so wird sie in große sich langsam drehende Trommeln gebracht und mit Dampf behandelt. Nachdem Kalk zugesetzt ist, werden Schlackensteine gepreßt, die in Kesseln ähnlich wie Kalksandsteine fertiggestellt werden. 1922 wurden in St. Ouen rd. 9 Mill. Steine zu einem Preis verkauft, der etwas unter dem für gewöhnliche Ziegelsteine üblichen stand.

Seit 1922 unterstehen alle vier Anlagen einer einzigen Gesellschaft, die von der Stadt verpflichtet wurde, alles Müll zu einem bestimmten Preis für 1 t zu verarbeiten, der abhängig ist vom üblichen Strompreis. Die Stadt hat das Recht, so viel Strom zu entnehmen, wie für den Betrieb der Kanalisation erforderlich ist. Ein etwaiger Überschuß über 6½ vH Verzinsung des Betriebskapitals wird zwischen der Gesellschaft und der Stadt geteilt. Anderseits leistet die Stadt Gewähr für eine Mindestverzinsung von 4 vH. Neuanlagen bzw. Erweiterungen werden aus Anleihen bezahlt, für die die Stadt haftet.

Es werden nunmehr alle Anlagen nach dem Vorbild von St. Ouen umgebaut. Sie sind schon so weit fertiggestellt, daß im Dezember 1924 zusammen 122 t/h verbrannt werden können. Diese Leistung entspricht der augenblicklichen Höchstbelastung und ist nur möglich, wenn fast alle Feuerungen 24 h ununterbrochen arbeiten. Da man aber auf den Absatz des erzeugten Stromes Rücksicht nehmen muß, ist es wünschenswert, wenn die Höchstbelastung auch in kürzerer Zeit bewältigt werden kann. Es ist deshalb geplant, die Gesamtleistung auf 160 t/h zu steigern. („Engineering News-Record“ Nov. 1922.) [N 262] Fr.

Aufsteigen des Meerwassers in der Schleusentreppe des Panamakanals.

Beim Bau des Panamakanals war nicht damit gerechnet worden, daß das Salzwasser des Stillen Ozeans durch die Mirafloresschleuse in den 16,8 m über M.-S. liegenden Süßwassersee, den Mirafloressee, gelangen könnte. Man hatte vielmehr angenommen, daß das schwerere Salzwasser als eine Bodenschicht in der untersten Schleuse bleiben würde. Das Wasser des Mirafloressees wurde deshalb für industrielle und häusliche Zwecke der Ortschaften an der Seite des Stillen Ozeans und der Stadt Panama benutzt. Der Salzgehalt des Mirafloressees nahm jedoch nach Aufnahme des Schleusenbetriebes so schnell zu, daß die Entnahme für die städtische Wasserversorgung nach einem Punkt an der Einmündung des Chagresflusses in den aufgestauten Gatunsee, etwa 16 km weiter von der Mirafloresschleuse entfernt, landeinwärts verlegt werden mußte. Der Salzgehalt des Kanals ist an verschiedenen Stellen seit 1914 dauernd beobachtet worden. Es scheint, als ob der Salzgehalt des Mirafloressees mit der Trockenheit der Jahre zu- und abnimmt. („Engg. News-Record“ Bd. 92 (1924) Nr. 22.) [N 507] Bu.

RUNDSCHAU.

Beleuchtungstechnik.

Einfluß der Farbe der Beleuchtung.

In einer Sitzung der Lichttechnischen Gesellschaft in Karlsruhe am 3. Juni 1924 hielt Dr.-Ing. Oskar Schneider aus Frankfurt a. M. einen Vortrag über das Thema:

„Wird die Leistung des menschlichen Auges durch die Farbe der Beleuchtung beeinflußt?"

Dem Vortrag lagen photometrische und psychotechnische Untersuchungen zugrunde, die der Vortragende im Lichttechnischen Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe ausgeführt hat. Als Vorbedingung für die wissenschaftlich und technisch richtige Durchführung der Untersuchungen wurde zunächst das Verfahren beschrieben, mit dem die Beleuchtungsstärke bei verschiedenfarbigem Licht gemessen wurde. Als geeignetes Meßgerät wurde das Kontrast-Photometer nach Lummer-Brodhun benutzt, das den Vorzug hat, daß sich die photometrischen Ablesungen unmittelbar auf die Helligkeitsempfindung des Auges stützen. Nach der Angabe des Vortragenden ist die richtige Einstellung am Kontrast-Photometer dann vorhanden, wenn die beiden kleinen Trapeze des Gesichtsfeldes gleich stark verdunkelt sind. Das Auge beurteilt dabei kleine Unterschiede der Leuchtdichte der Photometerfelder an teils gleichfarbigem, teils ungleichfarbigem Licht. Durch Beobachtung beider Merkmale zusammen und infolge der besonders deutlichen Wirkung des Umschlagens in der Helligkeit der Photometerfelder bei Veränderung der Einstellung, bietet das Kontrast-Photometer ein geeignetes Mittel für die richtige und rasche Messung verschiedenfarbigen Lichtes.

Untersucht wurde ein violettfreies, ein blau- und grünfreies, ein rotfreies Licht und das Licht der gewöhnlichen luftleeren Glühlampe. Die farbigen Beleuchtungen wurden hergestellt, indem mit spektralphotometrisch geprüften Trocken-Gelatine-Filtern ein Teil des Spektrums der normalen Glühlampe absorbiert wurde.

Zur Untersuchung des Einflusses der Lichtfarbe wurden Leseproben von je 15 min Dauer, die durch Pausen von 15 min voneinander getrennt waren, durch die Versuchspersonen bei verschiedenfarbigen Beleuchtungen ausgeführt. Als Lesestoff dienten Zahlentafeln, die keine periodische Wiederholung der Ziffern aufwiesen und ziffernweise gelesen wurden. Als Maß für die Leistungen dienten die je Minute gelesenen Ziffern; die Zahl dieser Ziffern wurde in jeder Minute festgestellt. Die Beleuchtungsstärke betrug 20 Lux auf der Lesefläche. Der Raum war im übrigen dunkel, so daß eine Störung oder Beanspruchung des Auges außer durch die gelesenen Ziffern nicht möglich war. Die Spannung der Glühlampe war in allen Fällen unveränderlich. Die Beleuchtungsstärke von 20 Lux wurde bei den verschiedenfarbigen Beleuchtungen durch Änderung der Aufhängehöhe des Beleuchtungskörpers hergestellt.

Die Reihenfolge der Leseproben war: zuerst beim Licht der ungefärbten Glühlampe, wobei der undurchsichtige Reflektor durch eine Mattscheibe abgeschlossen war; hierauf folgten die farbigen Beleuchtungen, wie sie durch das Gelbfilter, das Rotfilter, das Blaugrünfilter in Verbindung mit der Glühlampe erzeugt werden, und am Schluß der Versuche war in manchen Fällen eine Wiederholung der Leseprobe mit ungefärbtem Glühlampenlicht erwünscht. Diese 4 bzw. 5 Leseproben von je 15 min Dauer umfassen eine Versuchsreihe. Die gemessenen Leistungen wurden in Zahlentafeln und in Leistungskurven zusammengestellt. Zur Auswertung der Versuchsergebnisse wurden Mittelwerte über drei Abschnitte der Leseproben von je 5 min Dauer und über die ganze Leseprobe mit 15 min Dauer gebildet. Die Leistungskurven wurden nach dem Verfahren ausgewertet, das Kraepelin auf Grund 10jähriger Forschungsarbeiten in der Abhandlung „Die Arbeitskurven" niedergelegt hat und das auch Oerwall und andre bei Untersuchungen über Ermüdung und Übung benutzt haben.

Die Auswertung der Versuche ergab, daß ausgeprägt farbiges Licht die Leistung vermindert und stärker ermüdet als das normale Licht der Glühlampe. Das rote Licht wirkt stärker ermüdend als das blaugrüne Licht. Außerdem ist im allgemeinen auch die Durchschnitts- und die Anfangsleistung bei rotem Licht geringer als bei blaugrünem Licht. Abgesehen von der stärkeren Ermüdung bei einer gewissen Lichtfarbe ist noch ein andrer, psychologischer Einfluß vorhanden, der unmittelbar auf die Höhe der Leistung einwirkt. In sehr krassen Fällen ist diese Leistungsverminderung bei farbigem Licht auf Idiosynkrasie gegen diese Farbe zurückzuführen. Das gelbe Licht wirkte nur wenig ungünstiger als das ungefärbte Licht der Glühlampe, das von allen untersuchten Lichtern am günstigsten war. Es ist jedoch nicht gesagt, daß dieses Licht die günstigste Lichtfarbe überhaupt darstellt, denn es ist immer noch rötlich gegenüber dem weißen Tageslicht, wie es das zerstreute von Norden kommende Tageslicht, das sogenannte Nordlicht darstellt und wie es vor allem in Malerwerkstätten erwünscht ist. Auf diese Vermutung weist auch schon die geringe Steigerung des nachteiligen Einflusses des gelben Lichtes gegenüber dem ungefärbten Glühlampenlicht hin, denn das gelbe Licht ist ärmer an blauen und relativ reicher an roten Strahlen als das ungefärbte Glühlampenlicht.

Im Anschluß an den Bericht über diese psychotechnischen Untersuchungen ging der Vortragende noch auf die Bedeutung des künstlichen Tageslicht für die Praxis ein und begründete auch an einem praktischen Beispiel, daß für gewisse Fälle von dem künstlichen Lich die Farbe des natürlichen Tageslichts gefordert werden müsse. Be sonders wichtig ist es dort, wo Farben und Farbunterschiede beurtei werden müssen. Künstliches Tageslicht wird dadurch hergestellt, da man von dem Licht der gasgefüllten Glühlampe einen Teil der lang welligen Lichtstrahlen durch besonders gefärbte Gläser absorbiert. Da bei ist es natürlich wichtig, daß die Beleuchtungskörper für künstliche Tageslicht den lichttechnischen Forderungen entsprechen, Blendun vermeiden und ein zerstreutes (diffuses) Licht erzeugen. Als Beispie führte der Vortragende Lichtbilder von Beleuchtungskörpern für künst liches Tageslicht vor. Für die praktische Verwendung können sowoh Beleuchtungskörper für Raumbeleuchtung als auch solche für Platz beleuchtung in Frage kommen.

In der Diskussion bezweifelt L. Schneider, ob die vo dem Vortragenden selbst mit dem Kontrast-Photometer gemessene Be leuchtungsstärke von 20 Lux von den Versuchspersonen ebenfalls al 20 Lux empfunden wurden, und meint, daß vielleicht ein andres Photo metrier-Verfahren geeigneter gewesen wäre.

Der Vortragende erwidert darauf, daß es ein objektiv richtige Photometrier-Verfahren für verschiedenfarbiges Licht heute nicht gibt Die Messung der Beleuchtungsstärke durch jede einzelne Versuchs person wäre im Gegensatz zu dem angewendeten Verfahren noch sub jektiver gewesen. Das angewandte Photometrier-Verfahren wurde genau beschrieben, so daß eine Nachprüfung oder eine Verbesserung, wenn dieses Verfahren Abweichungen von einem späteren objektiven Ver fahren aufweisen sollte, jederzeit möglich ist.

Professor Dr. Eitner berichtet über Messungen, die er selbs mit seinem Spektral-Photometer vorgenommen hat. Er fand, daß die Genauigkeit der Einstellung in den einzelnen Spektralbezirken seh verschieden war, und daß diese Verschiedenheit nicht von dem Wechse in der Helligkeit des Gesichtsfeldes, sondern von den Unterschieden in der Leistungsfähigkeit des Auges bei verschiedenfarbigem Lichte be dingt war. Die Einstellungsgenauigkeit könnte unmittelbar als Maß für die Leistungsfähigkeit des Auges im Licht verschiedener Farbe be nutzt werden.

Direktor Illersperger, München, hebt hervor, daß künst liches Tageslicht eine Zweck- oder Arbeitsbeleuchtung, aber keine Ver gnügungsbeleuchtung sein soll. Soweit die Wirkung der Farben au die Sehnerven und das gesamte Nervensystem erforscht ist, kann man annehmen, daß Rot aufregend wirkt, Gelb anregend, Grün wohltuend Blau beruhigend. Gewisse Menschen, insbesondere Geistesarbeiter ziehen die gelbe Beleuchtung der des (künstlichen oder natürlichen) Tageslichtes vor, und zwar wegen ihrer anregenden Wirkung; andre lehnen das (künstliche) Tageslicht ab, weil es eine so unschöne Tönung der Gesichtshaut hervorrufe. Es gibt aber viele Berufe, für die die Verwendung von künstlichem Tageslicht die Unabhängigkeit von Zeit und Wetter bedeutet, und die daher hierin Vorteile gefunden haben. Aber auch der hygienische Wert ist außer jedem Zweifel, nachdem das menschliche Auge nun einmal für das Licht des Tages geschaffen ist.

Die Frage, ob es zweckmäßiger sei, das künstliche Tageslicht durch Filterung des Lichtes in der Birne der Glühlampe selbst oder in der diese umgebenden Armatur zu erreichen, hat der Redner im letztgenannten Sinne entschieden, und zwar hauptsächlich aus zwei Gründen: Bei sämtlichen Glühlampen, auch den neuzeitlichen gasgefüllten ohne Spitze, ist gerade dort das Glas am dicksten, wo die Lichtaussendung am geringsten ist, umgekehrt ist das Glas gerade dort am dünnsten, wo das Licht am stärksten austritt. Dadurch wird eine ungleichmäßige Filterung bewirkt, und es entsteht senkrecht unter der Glühlampe ein blauer Fleck, oberhalb der Lampe aber ein blauer Ring; dazwischen stuft sich das Licht über rotviolett — in wenigen Fällen — bis zur Farbenrichtigkeit ab. Nun können aber auch diese Lampen wegen der mindestens gleichgroßen Blendung selten ohne Armatur verwendet werden. Jedes Glas, insbesondere Opalglas, hat aber wieder seine Eigenfarbe und würde daher die Farbenrichtigkeit der Glühlampe — wenn die Glühlampe wirklich farbenrichtig wäre — beeinträchtigen. Es müßte also die Armatur zur Glühlampe abgestimmt werden, und deshalb ist es richtiger, gleich von Haus aus die Filterung in die Armatur zu verlegen. [N 520] T.

Die Entwicklung des Schachtabteufens nach dem Gefrierverfahren.

Die in dem Aufsatz in Z. Bd. 68 (1924) S. 384 in Abb. 1 dargestellte Tiefbohrvorrichtung stellt keine besondere Konstruktion der Firma Gebhardt & Koenig dar, sondern den Bohrapparat, Bauart Raky, der früher der in Liquidation getretenen Internationalen Bohrgesellschaft in Erkelenz durch die inzwischen abgelaufenen deutschen Reichspatente Nr. 91 366, 101 799, 108 675, 112 066 und 117 756 geschützt war. Diese Bohrapparate werden außer bei der Tiefbau- und Kälteindustrie-Aktiengesellschaft Gebhardt & Koenig in Nordhausen, die seinerzeit das Ausführungsrecht des Apparates erworben hat, auch insbesondere von der Rechtsnachfolgerin der Internationalen Bohrgesellschaft, der Firma Alfred Wirth & Co., Kommandit-Gesellschaft, Erkelenz, zur Ausführung gebracht. Abb. 2 des genannten Aufsatzes stellt die Sonderkonstruktion der Firma Gebhardt & Koenig dar. [N 532]

Aus dem Ausland.

Maschinenteile.

iemenauflage — Haarseite oder Fleischseite?

Die alte Streitfrage: „Soll man den Lederriemen mit der Haarseite er der Fleischseite auf die Scheibe legen?" ist vom amerikanischen dertreibriemenverband in dem von ihm begründeten Laboratorium an r Cornell-Universität in Ithaca, N. Y., zum Gegenstand einer eingehen-n Untersuchung gemacht worden, die von R. F. Jones bereits 1922 einer Druckschrift des Verbandes veröffentlicht, aber in Deutschland ch nicht besprochen worden ist.

Die Amerikaner haben von jeher vorgezogen, den Lederriemen mit r Haarseite auf die Scheibe zu legen (vgl. Taschenbuch von Kent, Aufl. 1923 S. 1306: „Die Haarseite des Riemens muß der Scheibe am chsten liegen"). Bei uns erschien das Gegenteil allein natürlich l. Bach, Maschinenelemente 11. Aufl. S. 425: „Daß es als das chtigste erscheint, die Fleischseite die Scheibe berühren zu lassen, der großen Mehrzahl der Ingenieure Europas nie-ls zweifelhaft gewesen". Ferner Hütte, 24. Aufl. 885). Gegenüber älteren Versuchen, die eine nstigere Reibungsziffer auf der Haarseite zeigten, d gegenüber der Feststellung, daß die Festigkeit s Leders in der Nähe der Fleischseite höher ist, daß man die festeste Faser nach außen legen llte, wo die größte Beanspruchung auftritt, meinte ehrckens (Hamburg) als vielfach maßgeben-r Ledersachverständiger, daß Leder auf der Haar-ite mehr leide. Dabei war ihm bekannt, daß wir e meisten Doppelriemen auf der Haarseite laufen ssen, weil sie sich mit ihren Fleischseiten besser einander leimen lassen.

Die Versuchsanlage der Cornell-Universität be-eht aus einem Pendelmotor und einer Pendel-namo von je rd. 10 PS, die außer durch den Rie-entrieb auch in ihrem Stromkreis verbunden sind d in ihrer Wirkung und ihrer Drehrichtung ver-uscht werden können. Die Stromverluste im Be-ebe werden durch eine kleine, mittels Dampf-rbine angetriebene Zusatzdynamo gedeckt, so daß ine Bremse notwendig ist und nur die unmittel-ren Getriebeverluste gedeckt zu werden brauchen. lle drei elektrischen Maschinen haben gemeinsame remderregung. Die eine Maschine ist zwecks itteneinstellung und Messung der Vorspannung f einem leicht beweglichen Rahmen verschiebbar, während die ehmomente unmittelbar aus dem Pendelausschlag der elektrischen aschinen gemessen werden, deren Drehzahl von 100 bis 1000 Uml./min stellbar ist. Zur Schlupfanzeige dient der bekannte Drehstrom-nchronismusanzeiger, dessen Licht bei Schlupf langsam umläuft, so ß der Schlupf im Verhältnis zur Maschinendrehzahl leicht und genau messen werden kann.

Zu den Vergleichsversuchen dienten fünf neue einfache Lederriemen rschiedener Hersteller von etwa 100 mm Breite und 5½ mm Dicke. vei schwere, gut ausgewuchtete gußeiserne Riemenscheiben von 610 mm nr. schwach ballig gedreht und gut poliert, hatten bei 500 Uml./min m/s Umfangsgeschwindigkeit. Die Vorspannung k_v wurde bei Leer-f und ganz langsamer Drehzahl auf 6,5 und 9,6 kg/cm eingestellt, e sie etwa mittlerem Betrieb entspricht, dagegen wurde die mittlere hsspannung während des Betriebes leider nicht gemessen. Da neue emen an der Oberfläche hart und glatt sind, ließ man jede Seite 25 70 h und mehr einlaufen, bis gute und gleichbleibende Versuchs-gebnisse erreicht wurden. Das Einlaufen erfolgte unter Betriebs-annung, und zwar bei $k_v = 6{,}5$ kg/cm.

Zum Vergleich der Versuchsergebnisse, die im Bericht auf 15 Tafeln rgestellt sind, wurden in Abb. 1 und 2 die Schlupfverluste σ für die aarseite und die Fleischseite der 5 Versuchsriemen abhängig von der utzspannung k_n in kg/cm aufgetragen, und zwar in Abb. 1 die Werte i einer Riemenvorspannung $k_v = 6{,}5$ kg/cm, in Abb. 2 die Werte bei $= 9{,}6$ kg/cm. Damit man aber beide Ergebnisse gegenseitig ver-eichen kann, ist der Maßstab für die Nutzspannung in beiden Fällen rschieden, und zwar so gewählt, daß der Maßstab für Nutzspannung rch Vorspannung k_n/k_v in beiden Fällen gleich ist.

Beide Abbildungen zeigen bei zunehmender Vorspannung die zu rwartende ziemlich geradlinige Zunahme des von der Elastizitätszahl E bhängigen Dehnungsschlupfes, der dann früher oder später den rascher zunehmenden, nach Beginn und Verlauf von der Rei-ungszahl μ abhängigen Gleitschlupf übergeht. Diese nicht genau ststellbare Übergangstelle, die „Rutschgrenze", ist maßgebend für die lässige Nutzspannung eines mit bestimmter Vorspannung laufenden iemens, da man Riemen, außer bei vorübergehender Überlast, nur mit ehnungsschlupf laufen lassen sollte. Hat einmal der Gleitschlupf be-nnen, so erwärmt sich die Scheibe stärker, das Fett tritt aus den ederporen, und das Rutschen nimmt leicht noch weiter zu.

Der Vergleich zeigt nun, daß die Riemen 1, 3 und 4 auf der Haar-ite ganz wesentlich höhere Nutzspannungen ohne Gleitschlupf ver-agen, als auf der Fleischseite, also bedeutend höhere Reibungszahlen aben. Dagegen ist bei den Riemen 2 und insbesondere 5 dieser Unter chied nicht so bemerkbar. In allen Fällen scheint aber die Reibungs ahl auf der Fleischseite niedriger als auf der Haarseite zu sein.

Die Versuche zeigen ferner, wie verschieden sich die einzelnen Ledersorten verhalten. Ergebnisse, wie die der Riemen 1 und 4 auf der Haarseite, sind ganz erstaunlich günstig und werden kaum von irgend einem anderen Treibriemenstoffe erreicht werden können[1]).

Auffallend ist, daß bei Riemen 4 die Fleischseite vor dem Einlaufen fast die gleiche Schlupfkurve zeigte wie in Abb. 1, die nach 32 h fest-gestellt wurde, während die Haarseite zuerst nicht ein Zehntel der Last zog, die sie nach 35 h bewältigen konnte. Das Einlaufen war darum vor allem für die Haarseite von Vorteil.

Während der Gleitschlupf bei gleicher Belastung auf der Fleisch-seite stets stärker ist, ist der Dehnungsschlupf der Riemen 1 bis 4 auf der Haarseite immer etwas größer als auf der Fleischseite, was durch ver-schiedene Lage der neutralen Faser, die für das Übersetzungsverhältnis maßgebend ist, erklärt werden kann. (Ist der Dehnungsschlupf größer, so liegt die maßgebende neutrale Faser näher an der treibenden Scheibe.) Die Schnittpunkte der Haarseitenkurven mit den zugehörigen Fleisch-seitenkurven sind besonders angegeben. Vielleicht liegt außer in der Oberflächenbeschaffenheit auch in diesem Umstand eine Erklärung für die Unterschiede von Haar- und Fleischseite, denn gerade bei dem Riemen 5, dessen Dehnungsschlupf auf der Fleischseite ebenso groß wie auf der Haarseite ist, hat die Haarseite keinen Vorteil vor der Fleischseite. Auch zeigte z. B. die Haarseite des Riemens 4 beim Ein-laufen gleichzeitig mit der ständig wachsenden Rutschgrenze eine Ab-nahme des Dehnungsschlupfes, also auch der Riemensteifigkeit.

Abb. 1 und 2. Amerikanische Vergleichsversuche über die Wirksamkeit der Haarseite und der Fleischseite bei Lederriemen.

Auf alle Fälle zeigen die Ergebnisse dieser Versuche in Übereinstim-mung mit der amerikanischen Praxis, daß das „natürliche" Auflegen des Lederriemens auf die Fleischseite, mindestens für größere Scheiben-durchmesser, durchaus nicht das zweckmäßigste zu sein braucht.

Schließlich läßt sich noch ein Schluß auf die Belastungsfähigkeit der Riemen ziehen. Gemäß den Angaben der Hütte, 24. Aufl. S. 1140,

[1]) Man vergleiche damit auch die von mir mitgeteilten Schlupfkurven von Lewis in Z. Bd. 66 (1922) S. 158, Abb. 18, wobei ebenfalls ein Riemen ähnlich günstige Ergebnisse zeigte

darf man unter den vorliegenden Versuchsumständen mit $k_n = 8$ kg/cm (nach Bach) oder mit $k_n = 10$ kg/cm (nach Gehrckens) rechnen. Diese Werte würden bei der niedrigen, meist üblichen oder im Betriebe infolge bleibender Dehnung bald eintretenden Vorspannung nur mehr für die besten Riemen, die mit der Haarseite laufen, genügen, nicht aber für die Fleischseite. Daraus ist der Schluß zu ziehen, daß es sich für einen sicheren und verlustarmen Betrieb empfiehlt, die mittlere Riemenbelastung eher noch niedriger zu wählen[1]). Auf der andern Seite ist die Frage, worauf die Eigenschaft einiger besonders weit überlastbarer Riemen beruht und wie man einen solchen Haftriemen oder einen gut haftenden Scheibenbelag sozusagen züchten kann, heute noch nicht geklärt. [M 373] Prof. Kutzbach.

Einseitige Zykloidenverzahnung.

Diese Verzahnung hat neuerdings in England unter dem Namen „Hüllverzahnung" (enveloping gear teeth) die Firma Bostock & Bramley, Netherton, wieder aufgegriffen und die Firma Vickers eingeführt[2]). Bestechend ist dabei das gute Anschmiegen der Zykloidenflanken, Abb. 3 und 4, das eine hohe Zahnbelastung zuläßt. Ihre Nachteile sind die Schwierigkeiten bei Herstellung genauer Werkzeuge und die Formfehler der Verzahnung, die bei Änderung des theoretischen Achsabstandes auftreten. Das hindert aber nicht, von dieser seinerzeit von Gümbel besonders befürworteten Verzahnung in bestimmten Einzelfällen Gebrauch zu machen.

Recht bemerkenswert sind die Versuche, die man zum Vergleich beider Verzahnungen bei Vickers angestellt hat. Ein Getriebe mit 30 : 89 Übersetzung und 1,54 cm Teilung wurde als Pfeilradgetriebe von 2 × 5 cm Breite ausgebildet, wobei die eine Hälfte des Pfeilradgetriebes mit Evolventenzähnen, die andere mit einseitigen Zykloidenzähnen verzahnt wurde. Da beide Steigungen gleich waren und sich die Achsen in der Längsrichtung verschieben konnten, mußte sich die Last auf die beiden 51 mm breiten Zahnkränze gleichmäßig verteilen. Das Kleinrad bestand aus 3,5 vH-Nickelstahl mit 0,28 vH C-Gehalt, 68,4 kg/mm² Festigkeit, 20 vH Dehnung, in Öl gehärtet, das große Rad aus gewöhnlichem Kohlenstoffstahl mit 54 bis 60 kg/mm² Festigkeit und 23 vH Dehnung, geschnitten. Die Belastung wurde gleichmäßig mit der Zahl der Betriebstunden gesteigert. Der Versuch dauerte 270 Stunden mit 6,6 m/s Umfangsgeschwindigkeit. Das große Rad zeigte auf der Evolventenseite bereits bei $P/b\,t = 40$ kg/cm² spezifischer Belastung nach 90 Stunden Grübchenbildung auf der Flanke, auf der Zykloidenseite aber erst bei der dreifachen Belastung nach 230 Stunden, das gehärtete kleine Rad aus Nickelstahl zeigte auf der Evolventenseite bereits bei 70 kg/cm² Belastung den Beginn der Grübchenbildung, die auf der Zykloidenseite auch bei den Höchstbelastungen von 180 kg/cm² noch nicht begonnen hatte.

Abb. 3 und **4**. Vergleich der einseitigen Zykloidenverzahnung mit der 20°-Evolventenverzahnung bei $Z_1 : Z_2 = 30 : 180$.

Die höhere „Walzenfestigkeit" der Zykloidenverzahnung und ihre bessere Schmierölzuführung halfen zusammen, dieses beachtenswerte Ergebnis zu erzielen, wenn auch dabei auffallen muß, daß die Belastungen, bei welchen die Grübchenbildung begann, recht niedrig sind. [M 297] Kutzbach.

Kraftübertragung.

Entwicklung der 220 kV-Kraftübertragungsanlagen in Kalifornien.

Über die bisherige Entwicklung und den gegenwärtigen Stand der Hochspannungsanlagen der Southern California Edison Co. berichtet A. Barre in der Zeitschrift „Electrical World" vom 15. März 1924[3]).

Im Jahre 1923 wurde das bestehende Big Creek-Kraftwerk 1 um 22 000 PS erweitert und eine neue Wasserkraftanlage Big Creek 3 von 100 000 PS erbaut. Da die von zwei 150 000 kV-Leitungen der B Creek-Werke nach Los Angeles übertragene Leistung von 150 000 den Anforderungen nicht mehr genügte, hat man sich vor zwei Jahr entschlossen, die Leitungen auf 220 kV umzubauen. Im Mai 1923 wur eine der beiden dem Betrieb übergeben. Der Umbau der Leitung a 220 kV stellte sich um rd. 7 Mill. $ billiger, als die Verdoppelung d bestehenden 150 kV-Leitung. Die Isolation der Leitung wurde diesem Zwecke durch Einbau eines Metallschutzringes gegen Koror bildung und Hinzufügung zweier neuer Isolatoren verstärkt. Die Mast mußten entsprechend der längeren Isolatorkette an mehreren Stell durch Gliedereinbau erhöht werden. Die Wirkung der neuen A ordnung wurde bei verschiedenen Witterungsverhältnissen auf ein 42 km langen Strecke mit 280 kV eingehend erprobt.

Um den Umbau der 150 kV-Transformatoren- und Schaltanlage ersparen, baute man in den Kraftwerken 1 und 2 sowie den Unt werken Eagle Rock und Vestal starr geerdete Spartransformatoren f 150/220 kV ein, deren dritte Bewicklung höhere harmonische Well unterdrücken soll.

Das im Jahre 1921 errichtete Kraftwerk 8 ist mit besonderen, Stern-Dreieck geschalteten, im Mittelpunkt geerdeten 220 kV-Transfo matoren ausgerüstet, die zunächst mit 150 kV betrieben wurden. wurde in der Weise an das 220 kV-Netz angeschlossen, daß die Periode zahl zunächst von 50 auf 35, entsprechend der Spannungserhöhung, hera gesetzt und später erst bei 220 kV auf 50 erhöht wurde. Das gleic geschah mit den am Leitungsende eingebauten 30 000 kVA-Synchro motoren für voreilenden Strom, die dem Spannungsausgleich dien und den Leistungsfaktor erhöhen sollten. Sodann wurden alle Kra werke und Unterwerke auf synchrone Umlaufzahl eingestellt und parall geschaltet. Das Schaltschema der Anlagen, an die auch das Werk Ker River Nr. 3 angeschlossen ist, zeigt Abb. 5.

Abb. 5. Schaltschema der 220 kV-Anlage in Kalifornien.

Um Betriebstörungen infolge von Überschlägen an Isolatoren z vermeiden, baute man in die Erdleitung der Transformatoren Stror relais ein, die gleichzeitig als Lichtbogenunterdrücker dienen; fern sind an allen Trennschaltern als Selektivschutz gegen Überströme Au gleichrelais an den Verbindeleitungen angeordnet.

Bemerkenswert sind auch die Sammelschienen der als Freiluft anlage ausgeführten Schaltanlage des Kraftwerkes Nr. 3. D gruppenweise angeordneten Transformatoren haben einfache, herau geführte Hochspannungsklemmen und quer dazu laufende, starre Samme schienenanschlüsse für 11 000 V an der Niederspannungsseite. Die Hoc spannung-Sammelschienen bestehen hier aus 10 cm dicken Eisenrohre die von Isolatorsäulen und Betonsockeln getragen werden; die Zwei schienen sind als Knierohre ausgebildet und mit den Hauptsamme schienen verschweißt. Die Erfahrungen mit den neuen 220 kV-Freiluf Schaltanlagen sind noch nicht abgeschlossen; man hofft aber, durch ei inniges Zusammenarbeiten der herstellenden Firmen, technischen Prü laboratorien und der Betriebsingenieure der kalifornischen Unternehmu gen auch auf diesem Gebiete Fortschritte zu erzielen. [M 328] Rb.

Verlegung eines 66 kV-Drehstromkabels.

Nachdem es gelungen war, einen allen Betriebsanforderungen en sprechenden Kabelverbinder für 66 kV herzustellen[4]), hat die Ve waltung der Stadt Cleveland am Eriesee beschlossen, ein Dreh stromkabel von 13 km Länge für die gleiche Spannung un 30 000 kW Leistung zur Verbindung zweier großer Kraftwerke zu ve legen.

Das Kabel besteht aus zwei Dreiphasenleitern von je 25 mm Draht stärke mit Papierisolation von 23,5 mm Dicke und einem Bleimantel vo 3,5 mm Dicke und 76 mm Außen-Dmr. Die Verlegung erfolgt in Fiber röhren von 100 mm Dmr., die von einem Betonrohr umgeben sind, da 135 cm unter dem Pflaster liegt; das Fiberrohr wird in einem Stüc vergossen. Die an anderer Stelle bereits beschriebenen Kabelverbinde

[1]) F. W. Taylor, Trans. Am. Soc. of Mech. Eng. Bd. XV S. 204, schlägt sogar auf Grund seiner Betriebsversuche für k_n bei Doppelriemen rd. 6 kg/cm vor, um einen langjährigen, störungsfreien Betrieb zu sichern. Das geht entschieden zu weit, wenn man auf der andern Seite die Belastbarkeit des Riemens 4 beachtet, der sogar bei der geringen Vorspannung und als einfacher Riemen $k_n = 30$ erreichte.

[2]) „Engineering", Bd. 67 (1924) S. 257. Über einseitige Zykloidenverzahnung s. Maschinenbau, Gestaltung 1923 S. G 181 (Kutzbach, Gesichtspunkte für die Normung der Zahnform) und Z. f. d. ges. Turbinenwesen 1916 (Gümbel, geschmierte Arbeitsräder).

[3]) Vgl. a. Z. Bd. 67 (1923) S. 157; Bd. 66 (1922) S. 733.

[4]) Vgl. Z. Bd. 68 (1924) S. 134, ferner „Electrical World" Bd. 83 (1924) S. 591 u. 66

d in Abständen von je 90 m in geräumigen Manngruben von 2,7 m he angeordnet, das Kabel ist an diesen Stellen geerdet. Das Ab-ssungen des Kabelgrabens sind so gewählt, daß die benachbarten lephon- und Wasserleitungen unbehindert bleiben. Das Kabel wurde Gleichstrom von 150 kV Spannung geprüft, der in Gleichrichter-kuumröhren erzeugt wurde. Die Spannung des Kabels wird für die rnleitung durch eine im Freien angeordnete Schalt- und Trans-matorenanlage auf 132 kV erhöht; die Enden der Kabelklemmen sind diesem Zweck als Hängeisolatoren ausgebildet und mit einem feuer-heren Schutzring versehen. Die Bedienung erfolgt von einer Schalt-llerie aus, an der die Kabelbinder mit Stahlschienen befestigt sind. M 409] Rb.

Erd- und Wasserbau.

iesensammelbecken für Wasserkraftzwecke in Australien[1]).

Anfang 1923 ist die Wasserkraftanlage am Great Lake im aate Tasmanien offiziell eröffnet worden. Der Great Lake ist der ößte und wichtigste See der an Seen reichen Hochfläche von Tas-nien. Er ist 20,8 km lang und liegt rd. 1000 m über dem Meeres-iegel. Seine Wasserfläche betrug bei 1,2 m Spiegelhöhe über dem sherigen Winterwasserstand 115,5 km². Durch einen Damm kann sein iegel derart aufgestaut werden, daß bei voller Füllung in 10,6 m Höhe er dem bisherigen Winterwasserstand seine Wasserfläche 148 km² und r Beckeninhalt 1410 Mill. m³ beträgt. Das damit gewonnene Sammel-cken steht somit hinsichtlich des Speichervermögens an vierter elle in der Welt. Die fünf größten Sammelbecken der Welt nach m Inhalt sind:

	Speicher-vermögen
Elephant Butte[2])	3200 Mill. m³
Assuan	2300 „ „
Roosevelt[3])	1570 „ „
Great Lake	1410 „ „
Burrinjuck (Neu-Südwales)	980 „ „

Außer dem eigenen Niederschlaggebiet des Great Lake selbst ist ch das Niederschlaggebiet des westlich in etwa 8 km Entfernung vor-ifließenden Ouse River dadurch mit nutzbar gemacht worden, daß an er dem Great Lake ungefähr am nächsten, aber 36,5 m höher liegen-n Stelle vom Ouse River ein Verbindungskanal nach dem Great Lake schaffen wurde. Da das Zusatz-Niederschlaggebiet des Ouse River d seines Nebenflusses, des James River, zahlreiche große Seen ent-lt, die ohne künstliche Aufspeicherung als natürliche Ausgleichbecken rken, so ist es möglich, von dem Abfluß des oberen Ouse River 75 vH den Great Lake abzuleiten. Weitere Aufspeichermöglichkeiten gen in dem Aufstau des Kay Lake durch einen Damm durch den ttle Pin River, so daß der dauernde Abfluß des durch den Great Lake-amm erfaßten Gebietes auf 16,4 m³/s geschätzt werden kann.

Der ganze mittlere Teil Tasmaniens wird von der genannten Hoch-che von 600 bis 1200 m Höhe über dem Meeresspiegel gebildet, die otz reichlichen Regens ein strenges Winterklima mit starkem Schnee-ll aufweist. Schwierig zugänglich und abgelegen von Märkten, zum ößten Teil aus Heide und Sumpf bestehend, hatte das Land bisher r geringen wirtschaftlichen Wert. Aber gerade die Umstände, die es geeignet machen für landwirtschaftliche Besiedlung, bilden die wesent-chen Faktoren, die nötig sind für den Ausbau von Wasserkräften, die dustrien an den vielen ausgezeichneten Häfen mit tiefem Wasser an r Küste mit billiger Kraft zu versorgen vermögen. Anstatt eines eringwertigen, ein Verkehrshindernis zwischen anderen besiedelten eilen des Staates bildenden Gebietes ist jetzt die Hochfläche für die dustrielle Entwicklung Tasmaniens sehr wertvoll geworden.

Nachdem das ursprünglich private Unternehmen verschiedene Wand-ngen erfahren hatte, übernahm es 1914 der Staat, um neue Industrien s Leben zu rufen und die Auswanderung des jüngeren Teiles der evölkerung zu verhindern. Trotz der Kriegsschwierigkeiten wurden 916 zwei Maschinensätze von je 5000 PS in Betrieb gesetzt. Anfang 1917 eferte die Anlage 2000 PS an die Stadt Hobart und ihre Vorstädte für icht, Kraft und Bahnbetrieb und etwa 3500 PS an die Hydro-Electric ower and Metallurgical Company zur Karbidfabrikation.

Die Electrolytic Zinc Company of Australia, Lim., hatte ebenfalls nen Vertrag auf Lieferung von 4000 PS mit allmählicher Steigerung auf 0 000 PS im ganzen mit der Regierung von Tasmanien abgeschlossen. as erforderte sofortige Vergrößerung der Leistung auf 18 000 PS durch inzufügen einer weiteren Rohrleitung und Aufstellung einer dritten aschine von 8000 PS. Der Kanal war von vornherein auf 28 000 PS be-essen, an den Leitungsmasten wurde eine weitere Leitung angebracht. Veitere Anforderungen der Stadt Hobart und der umgebenden Gebiete owie von Launceston machten eine erhebliche Erweiterung nötig, und 919 wurde deshalb ein Bauprogramm für Erhöhung der Dauerleistung uf 58 000 PS in Angriff genommen, das jetzt abgeschlossen ist.

Für die Abzweigung des Ableitungskanals aus dem Ouse River ist ne tiefe Felsschlucht gewählt worden. Ein Teil des Flusses wird hier berhalb eines Betonwehres mit 36 m Kronenhöhe über dem See in ein erinne geleitet, das das Wasser 800 m unterhalb des Ausganges der chlucht dem Kanal zuführt. Das Gerinne ist aus Eisenbeton und ruht uf einem in den Felsen gesprengten Bankett und in den Senkungen auf teinschüttung. Die ersten 55 m am oberen Ende sind aus Holz krippen-rtig hergestellt, um als Überfall wirken zu können, da der wilde Fluß zeitweise erhebliches Hochwasser führt. Das Holzgerinne soll später durch eine Dauerkonstruktion aus Beton mit selbsttätigen Schützen er-setzt werden. Der Kanal von 8 km Länge führt das Wasser zur Wasser-scheide zwischen dem Ouse River und dem Great Lake und sodann in einer natürlichen 3,2 km langen Abfallrinne hinunter in den See. Der Felsaushub für den an der Sohle 7,3 m breiten, rund 5 m tiefen Kanal im festen Diabas wurde z. T. mittels Dampfschaufel vorgenommen.

Der Damm ist in aufgelöster Bauweise in Eisenbeton erbaut, und zwar besteht er aus 27 Bogen, die durch eisenbewehrte Betonpfeiler in Abständen von 12 m gestützt werden. Das Bauwerk ist mit 330 m Länge das längste dieser Bauart in der Welt[4]). Die Pfeilerfundamente greifen z. T. ziemlich tief in den gewachsenen Felsen ein. Dieser zeigt nicht unerhebliche Spalten, in denen der gesunde Fels erst in 9 bis 15 m Tiefe erreicht wurde. In dem mittelsten Bogen sind vier Schützen-öffnungen mit von Hand zu bedienenden Gleitschützen angeordnet. Ein Überlauf soll nicht eingebaut werden, dafür kann die Dammkrone über-strömt werden, deren Längenausdehnung als ausreichend angesehen wird, um alle vorkommenden Fluten abzuführen. Überdies kann die Ableitung des Ouse River so geregelt werden, daß im Notfall der Ab-fluß ganz abgesperrt und der gesamte obere Zufluß in das bisherige Flußbett geschickt wird.

Das Einbringen des Betons (Gußbeton) erfolgte von einem schweren, fahrbaren Turm aus, der auf einem Gleis unmittelbar hinter dem Damm lief. Auf dem 24 m hohen Turm waren Taschen für Zement, Steinschlag und Sand eingebaut, zu denen der Baustoff in fahrbaren Kübeln durch einen an der Hinterseite des Turmes befindlichen Aufzug gehoben wurde. Von dort gelangte er durch eigene Schwere zu dem Mischer auf dem Fußboden des Turmes und von diesem in Stahlkübel, die ge-hoben und selbsttätig in den Fülltrichter auf dem Turm entleert wurden, von wo aus der Beton mittels Rinnen zwischen die Schalungen verteilt wurde. Der belastet 120 t schwere Turm wurde mittels Stahlkabel durch Druckluftwinden verfahren. Alle übrigen Maschinen wurden mit elek-trischer Kraft betrieben, die von Waddamana als Drehstrom von 6000 V geliefert und in Miena auf 415 bzw. 240 V transformiert wurde. [N 454] Bu.

Der größte Bewässerungsplan der Welt.

Im Oktober vorigen Jahres ist für die Erweiterung der Be-wässerungsanlagen am Indus ein neuer Damm, der Lloyddamm oder Sukkurdamm in Bhatghar in Angriff genommen worden. Nach seiner voraussichtlich 1927 erfolgenden Fertigstellung wird er das größte Be-wässerungswerk der Welt darstellen, und zwar wird er für die Be-wässerung einer Landfläche von rd. 2,5 Mill. ha dienen und einschließ-lich des Kanalnetzes einen Kostenaufwand von etwa 50 Mill. $ er-fordern.

Der Damm durch den Indus wird über 1,6 km lang und soll 66 Bogenfelder von je 18,3 m umfassen, die mit Schützenöffnungen ver-sehen sind. Über der Fundamentsohle auf Kalkfels wird der Damm eine Höhe von 56,3 m erhalten, während die Wasserhöhe über der Schwelle der untersten Schützenöffnungen 43,5 m betragen wird und noch durch Stauen auf 46,5 m erhöht werden kann. Der Damm wird etwa 610 000 m³ Mauerwerk enthalten. Im Vergleich zum Nildamm bei Assuan in Ägypten erreicht der Lloyddamm am Indus nicht ganz die Abmessungen dieses Bauwerkes, dessen Länge 880 m und dessen Mauer-werkinhalt rd. 690 000 m³ ist. Der Beckeninhalt des Lloyddammes wird 740 Mill. m³ gegen 1430 Mill. m³ des Assuandammes betragen.

Der Gedanke, einen bereits vorhandenen Damm für das neue Bauwerk zu benutzen, wurde aufgegeben, da die Untersuchungen er-gaben, daß der Gewinn bei den Kosten des Aushubes für die neuen Fundamente durch die Mehrlänge der alten Dammlinie gegenüber der neuen und die Schwierigkeit, aus dem alten und neuen Teil eine ein-heitliche Bauwerkmasse herzustellen, aufgehoben werden würde.

Die Bauzeit erscheint eigentlich, an amerikanischen Verhältnissen gemessen, ziemlich lang. Das hat seinen Grund einmal im lang-samen Fließen der Geldmittel, dann aber auch in der Versorgung mit Arbeitern und Material, besonders Kalk, der in einiger Entfernung von der Baustelle gebrochen, gebrannt und herangekarrt wird. Dabei ist bemerkenswert, daß das Befördern mit den landesüblichen Ochsen-wagen, soweit sie zu haben sind, wirtschaftlicher als mechanische Förderung ist. Letztere wird jedoch zur Unterstützung der Karren-beförderung ebenfalls benutzt. Schließlich ist es bei dem langsamen Erhärten des natürlichen hydraulischen Kalkes nicht wünschenswert, wenn man in einer Arbeitszeit von 8 Monaten zu große Mauerwerk-massen aufbaut. Während des Monsuns ist das Arbeiten nicht mög-lich, wegen der Regengüsse und weil viele ungelernte Arbeiter zur Landwirtschaft zurückgehen. Die zum Bau erforderliche elektrische Energie wird durch Ausnutzung des Wassers des alten Staubeckens erzeugt.

Die Bewässerungskanäle zweigen unmittelbar oberhalb des Dammes ab. Der östlichste von ihnen, der Narakanal, soll durch einen tiefen Einschnitt, der doppelt so breit wie der Suezkanal ist, zu einem entfernten Landesteil im Naraflußtal geführt werden. Der nordwest-liche Kanal von etwa 160 km Länge soll ungefähr 500 Abzweige er-halten. Seine Breite wird etwa die des Suezkanals sein, und er wird mehr als 304 000 ha Geländefläche bewässern. Der Central-Rice-Kanal, der zweitgrößte, wird halb so breit wie der Suezkanal sein, seine Wasserführung wird die gleiche wie die der Themse sein. Er wird rd. 139 km lang werden und 560 km lange Abzweige erhalten. Im ganzen kommen 1360 km Hauptkanäle und über 1920 km Nebenkanäle zur Ausführung. („Engg. News-Record“ Bd. 92 (1924) Nr. 21.) [N 511] Bu.

[1]) Vgl. „Engineering“ Bd. 117 (1924) S. 355 und 451.
[2]) Vgl. Z. Bd. 50 (1916) S. 1066, Bd. 47 (1913) S. 1884.
[3]) Vgl. Z. Bd. 65 (1921) S. 822.

[4]) Vgl. Z. Bd. 67 (1923) S. 113, 1089.

Der längste Eisenbahntunnel in den Vereinigten Staaten[1]).

Im vergangenen Jahre wurde der Moffat-Tunnel im Staate Colorado in Bau genommen. Der Tunnel soll zwei Punkte an der Eisenbahn Denver—Großer Salzsee verbinden und wird das Continental-Divide-Gebirge, das diese Linie jetzt in 3540 m Höhe über dem Meeresspiegel überschreitet, durchstechen. Die Länge der bisherigen Teilstrecke von 36,8 km wird dadurch auf 9,6 km vermindert und an Höhe werden 730 m gespart. Die Bahnlinie war namentlich in der Nähe des höchsten Punktes bei Corona stets sehr starken Schneeverwehungen ausgesetzt, so daß nicht weniger als 41 vH der Betriebskosten auf die Bekämpfung dieser Verkehrsstörungen aufgewendet werden mußten.

Der Tunnel fällt vom Scheitelpunkt in der Mitte mit 0,3 vH. nach Osten und mit 0,9 vH nach Westen ab. Die Steigung der Zufahrtstrecken soll 2 vH nicht übersteigen, während die jetzige Strecke 4 vH Steigung aufweist, so daß selbst bei Verwendung von 4 kräftigen Mallet-Maschinen die Zuglast nur höchstens 22 Wagen mit einem Gesamtgewicht von 1200 t betragen darf. Künftig soll das gleiche Zuggewicht in der halben Zeit über die Strecke befördert werden. Für den Verkehr durch den Tunnel ist elektrische Zugkraft vorgesehen, Dampflokomotiven sollen jedoch nicht ausgeschlossen werden. Das Tunnelprofil wird bei 4,25 m Weite und 7,30 m Höhe Holzverkleidung erhalten, nur an den Portalen wird Beton verwendet.

Der Bau soll 1926 vollendet sein. Die Moffat-Linie ist nur 390 km lang und erst in den Jahren nach 1902 gebaut worden. Sie schafft die Verbindung zwischen dem an Naturschätzen reichen Gebiete des oberen Coloradobeckens und dem Mississippital. Der Tunnel wird voraussichtlich Granit oder Gestein von Granitcharakter durchfahren. Die Vertragssumme beträgt 5 250 000 Dollar und es sollen täglich rd. 9 m Länge geleistet werden. Es sind Vertragsstrafen und Prämien im Vertrag vorgesehen, Ersparnisse sollen gleichmäßig zwischen Unternehmen und der Staatskommission geteilt werden. [N 453] Bu.

Bruch einer stählernen Hochdruck-Wasserleitung.

Beim Füllen der Druckleitung für das Eldorado-Kraftwerk der Western States Gas & Electric Co. in der Nähe von Placerville, Cal., ereignete sich, wie die Zeitschrift „Power" vom 4. März 1924 berichtet, am 26. September 1923 ein Unfall, durch den die Vollendung der Anlage um einige Wochen verzögert wurde.

Die für rd. 580 m Druckhöhe bemessene und in 90 m über dem Kraftwerk gegabelte Rohrleitung war nahezu bis zum oberen Ende gefüllt und das Manometer im Kraftwerk zeigte einen statischen Druck von rd. 53 at an, als etwas über dem unteren Ende der Leitung, an einer Stelle, wo die Druckhöhe rd. 575 m beträgt, ein Rohrstück von 775/825 mm Dmr. vom weiteren Ende aus auf rd. 1,8 m der Länge nach aufriß. Der Riß verlief vom unteren Ende des Rohrschusses ziemlich in der Achsrichtung des Rohres, durchschnitt zwei ringförmige Schweißnähte, die durch das Ausschmieden etwas verschwächt waren, so gerade, als ob sie volles Blech gewesen wären und endigte in einem kurzen Querriß, wodurch das Blech aufgerollt und eine etwa 30 cm breite Öffnung erzeugt wurde. Für das Verhalten der Schweißungen bemerkenswert ist auch, daß sich in geringem Abstand von dem Riß noch eine geschweißte Längsnaht befand, die durch den Rohrbruch nicht berührt wurde.

Als Ursache des Unfalles ist ungenügende Festigkeit des Bleches anzusehen, das in dem betroffenen Rohrstück 33,3 mm dick war. Das Blech war insbesondere an der Stelle, wo der Längs- und der Querriß zusammentrafen, aus mehreren Schichten zusammengesetzt, zwischen denen dunkle Streifen erkennbar waren. Solche Schichtenbildung, die durch Lunker, Schlackeneinschlüsse usw. im Kopf des Ingots hervorgerufen wird, hat man bei der Verarbeitung von dickeren Blecken für Hochdruck-Rohrleitungen mehrfach festgestellt. Wo der Verdacht hierauf besteht, prüft man außer nach den bekannten mikroskopischen Verfahren die Bleche dadurch, daß man in kurzer Entfernung vom Blechrande einen Scherenschnitt ausführt und beobachtet, ob sich infolge des Scherendruckes die Blechschichten gegeneinander verschieben. Die Schwäche solcher Bleche wird dadurch begründet, daß sich die I anspruchungen bei hohem inneren Druck auf die Schichten unglei verteilen, so daß die wahrscheinlich am stärksten beanspruchte äußer Schicht zuerst nachgibt. [N 251

[1]) „Engg. News-Record" Bd. 92 (1924) Nr. 10.

Schiffs- und Seewesen.

Mechanische Rostbeschickung auf Dampfschiffen

Im Gegensatz zur Entwicklung im Landbetriebe sind mechanis arbeitende Feuerungen bei Schiffskesseln bisher nur versuchsweise u meist ohne Erfolg verwendet worden, weil sie sich für die fast a schließlich auf Schiffen üblichen Zylinderkessel nicht eignen. Neue dings hat aber die holländische Koninklyke Paketvaart Maatschap den Einbau einer mechanischen Rostbeschickung auf den Dampfe „Bentoehan" und „Parigi", zwei bisher mit Ölfeuerung betrieben Schiffen, mit gutem Erfolge durchgeführt. Beide Schiffe haben Ba cock-Wilcox-Wasserrohrkessel, die sich für den Versuch gut eignete Der Einbau wurde zuerst auf der „Bintoehan" vorgenommen, und d zweite Anlage auf der „Parigi" in wesentlichen Einzelheiten a Grund der gemachten Erfahrungen anders ausgeführt. Die Einzelheit der Anlage und die erzielten Ergebnise sind aus folgender Zahle tafel ersichtlich:

		„Bintoehan"	„Parigi"
Heizfläche	m²	203	217
Wirksame Rostfläche	m²	4,82	6,54
Verhältnis H : R		42,5 : 1	33,2 : 1
Mittlere Entfernung zwischen Rost und unteren Wasserrohren	m	1,22	1,74
Größe des Verbrennungsraumes	m³	6,8	11,3
Rostbeanspruchung	kg/h	120	89
Wirkungsgrad	vH	64,5	73
Verlust durch Verbrennungsgase	vH	20	15,4
„ „ Strahlung	etwa vH	5	5
„ „ unvollständige Verbrennung	etwa vH	10,5	6,6
Nachweisbarer Kohlenoxydgehalt der Verbrennungsgase	vH	1	—
Temperatur der Verbrennungsgase	°C	340	290

Es handelt sich bei den Anlagen um Unterschubfeuerung, die vo den Eigentümern der Schiffe gewählt wurde, weil sie am betrie sichersten arbeitet und für den Schiffsbetrieb auch deswegen am g eignetsten ist, weil beim Versagen immerhin noch eine Bedienung d Kessel von Hand möglich ist. Aus der Zahlentafel ist ersichtlich, eine wie großen Erfolg die Änderungen bei dem zweiten Schiff gebrac haben. Die beiden Schiffe sind etwa 2 bis 2½ Jahre in der ostindische Fahrt im Dienst, ohne daß sich Schwierigkeiten gezeigt haben. Al bemerkenswerter Vorteil zeigte sich im Betriebe, daß eine gute und vo allem auch gleichmäßige Dampfleistung der Kesselanlage erzielt wurde obschon keine ausgebildeten Heizer zur Verfügung standen. Diese ist für den Schiffsbetrieb, wo selbst bei guter Mannschaft infolg schlechten Wetters und bei Verwendung mäßiger Kohle leicht un oft ein Rückgang der Leistung um 20 bis 25 vH stattfindet, von außer ordentlicher Wichtigkeit. Bei der „Bintoehan" war die Verbrennun sowohl der gasförmigen als auch der festen Bestandteile der Kohle un vollständig; bei der „Parigi" wurde infolge der besseren Rost- un Verbrennungsraumverhältnisse vollständige Verbrennung erzielt. Di Arbeit im Heizraum war wesentlich geringer, weil jede Bearbeitung de Feuer fortfiel. Die Feuer ließen sich leicht regeln, wenn die voll Leistung nicht erforderlich war. Die Frage mechanischer Feuerung is für die Seeschiffahrt heute noch unter einem andern Gesichtspunkt von Bedeutung. Der Schiffsmaschinenbau wird durch die Entwicklun des Ölmotors in Kürze gezwungen werden, zur Verwendung vo Hochdruckdampf überzugehen. Dabei wird es unvermeidlich sein auch den Wasserrohrkessel in der Handelsmarine zu verwenden; di bisherigen Schwierigkeiten, die sich bisher der mechanischen Rost beschickung auf Schiffen entgegenstellten, fallen damit fort, so da ihrer allgemeinen Einführung dann keine Schwierigkeiten mehr ent gegenstehen. [N 515] C.

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. 7 Abteilung Sortiment, bezogen werden. Es empfiehlt sich bei der Bestellung stets den Verleger anzugeben.

Die Kältemaschine. Grundlagen, Berechnung, Ausführung, Betrieb und Untersuchung von Kälteanlagen. Von Dipl.-Ing. M. Hirsch. XII u. 510 S. mit 261 Abb. Berlin 1924, Julius Springer. Preis geb. Gm. 20.

Der Untertitel des vorliegenden Werkes gibt nicht nur die Stoffeinteilung genau wieder; er gibt auch erst einen richtigen Begriff davon, was der Verfasser angestrebt und erreicht hat: die Kältemaschine im Rahmen der Kälteanlage darzustellen.

Rein äußerlich kommt dies schon dadurch zum Ausdruck, daß im Buch, ähnlich wie in der Anlage selbst, die Maschine den geringsten Raum erfordert. Das soll aber nicht so verstanden werden, als ob es sich hier nur um eine weitläufige Beschreibung von Kälteanlagen handelte. Zwar sind alle möglichen Arten der Kälteanwendung angeführt (mit Ausnahme der Verflüssigung von Gasen, die in dem Werk nicht behandelt wird), und durch vorzügliche Abbildungen veranschaulicht, das Beachtenswerteste an dem Werk scheint mir aber der weite tech nisch-wissenschaftliche Rahmen zu sein, in den es gestellt ist.

Kaum eine physikalische, chemische, biologische, meteorologische Eigenschaft oder Erscheinung, die für Kälteanlagen wichtig ist, dürft vergessen sein, und, wo irgend möglich, ist quantitative Beherrschung der Vorgänge durch einfache Formeln, durch Zahlenwerte, Tabellen und Anwendungsbeispiele erreicht. Um nur zwei Gebiete herauszugreifen: die Wärmeübertragung und der Druckverlust sind mit einer Gründlichkeit behandelt, die große Anerkennung verdient. U. a. ist der Berechnung der Wärmeübertragung zwischen feuchten Gasen und tropfbaren Flüssigkeiten ein besonderer Abschnitt gewidmet; hier werden neuere Formeln von Whitman und Keats mitgeteilt, die auch die Berechnung von Düsenkammern, Trockentürmen mit Füllstoffen, Sprudelvorrichtungen, Säulen mit gelochten Sprudelplatten u. dergl. erlauben

sen. Bei der Wärmeübertragung wird ferner von den neueren Forschungen Nusselts, Thomas und anderer Forscher glücklich Gebrauch gemacht, bei den Druckverlustberechnungen u. a. von den Arbeiten von Blasius und Brabbée. In einem Anhang finden sich neuesten Zahlenwerte über Wärmedurchgang und über die Zähigkeit von Gasen und Flüssigkeiten, die in der Kältetechnik vorkommen. daß auch die Zähigkeit von flüssigem Ammoniak wenigstens für e Temperatur (— 35 °) bekannt ist (0,0026 CGS-Einheiten), scheint Verfasser entgangen zu sein. Wie sehr das Buch auf der Höhe letzten Forschung steht, ist auch daraus ersichtlich, daß das P, J-gramm für Ammoniak, das vor kurzer Zeit vom Bureau of Standards Washington entworfen worden ist[1]), vom Verfasser auf deutsches umgerechnet und umgezeichnet bereits Aufnahme in dem Buch nden hat.

Über der Behandlung all dieser wissenschaftlichen Dinge ist das struktive und Betriebliche keineswegs zu kurz gekommen. So wird Entwicklung der Kompressorenventile an sehr klaren Schnittzeichngen dargelegt. Für die Anwendung des neuerdings allgemein verteten Plattenventils beansprucht der Verfasser die Priorität. Neben gezeichneten schematischen und Schnittzeichnungen findet man herragend gelungene Lichtbilder wie z. B. die eines großen Ammoniak-selverflüssigers. Auch eine ganze Zahl amerikanischer Bauformen d gezeigt und eingehend besprochen.

Der Schlußabschnitt handelt von Betrieb, Betriebsstörungen und erbrechungen, sowie von der wissenschaftlichen Untersuchung von teanlagen. Hier wird unter vielen andern auch die Wärmeschutzfung mit einer Hilfswand nach Hencky erwähnt. Den neuen rmeschutzprüfer von E. Schmidt scheint der Verfasser bei Abuß des Buches noch nicht gekannt zu haben.

Die vorzügliche Ausstattung des Buches und insbesondere die Güte Abbildungen entsprechen seinem inneren Wert.

450] Max Jakob.

Beschädigungen der Vegetation durch Rauchgase und Fabrik-halationen. Von Ph. Dr. Julius Stocklasa. Berlin und ien 1923, Urban & Schwarzenberg. 487 S. mit 36 Abb. und 21 Tafeln. reis geb. Gz. 25,8.

Dem Kampf gegen den Rauch soll das vorliegende Werk dienen. der Titel andeutet, ist hierbei nicht an die äußerliche Belästigung ch Rauch und Ruß gedacht, sondern an die unmittelbare und mittele Schädigung, die der menschliche, tierische und pflanzliche Organis durch die in den Rauchgasen enthaltenen chemischen Verbindungen an sich für den Aufbau lebensnotwendigen Schwefels erleiden, sol nämlich ihr spezifischer Raumanteil einen gewissen Unschädlichsgrad überschreitet. Hervorzuheben ist, daß neben der gesamten ustrie, vor allem einiger Zweige der chemischen Industrie, auch die omotiv- und Hausbrandfeuerungen einen nicht unerheblichen Anteil schädlichen Rauchgase beisteuern.

Die Klagen über die gesundheitsschädliche Wirkung des Rauches en nachweislich bis in das Altertum zurück. Vereinzelt wird auch on über Maßnahmen zur Abhilfe berichtet. In den Vordergrund trat Abwehr seit dem allgemeinen Übergang zur Verfeuerung von Steinle. Wie der Verfasser in der Einleitung erläutert, setzte die planßige wissenschaftliche Behandlung des Problems aber erst im vorigen rhundert ein. Die Untersuchungen wurden namentlich in Sachsen eifrig aufgenommen und lieferten wertvolle Beiträge zur Klärung Frage. Die Forschung ergab für die Beseitigung der Rauchschäden Reihe von Gesichtspunkten, die besonders eindrucksvoll anläßlich Verhandlungen auf dem achten internationalen landwirtschaftlichen greß in Wien von H. Wislicenus, Tharand, als naturwissenschaftliche technische Leitlinien zusammengefaßt worden sind. Die Leitsätze len ein gewisses Mindestprogramm dar, dessen Einhaltung sich die antwortlichen Kreise jedes Landes im Interesse der nationalen Wohlt angelegen sein lassen sollten.

In dreiundzwanzig Abschnitten wird in dem Buch auf Grund ner Versuche des Verfassers und Heranziehung der einschlägigen ratur der jetzige Stand der Forschung umfassend dargelegt. Dem enieur bietet das Werk namentlich in den Kapiteln über den Gehalt Luft und der meteorologischen Niederschläge an Schwefeldioxyd Schwefelsäure und ihre mengenmäßige Bestimmung, über technische kehrungen zur Verminderung und Beseitigung der Gaswirkung und ließlich über gesetzliche Maßnahmen zur Verhütung von Rauchäden mancherlei Anregungen.

Bei den nach den Kriegswirren jetzt allenthalben wieder hervorenden Wünschen nach verschärften Abwehrmaßnahmen wird dem rk Stocklasas als Ratgeber eine wichtige Rolle zufallen.

[E 436] K. S.

r den Bau der Atome. Von Niels Bohr. Übersetzt von . Pauli jr. Berlin 1924, Jul. Springer. 60 S. mit 9 Abb. Preis geh. m. 1,50.

Es gewährt einen großen Reiz, an Hand des vorliegenden bei der gegennahme des Nobelpreises gehaltenen Vortrages zu verfolgen, sich die von dem Verfasser aufgestellten Postulate in die großen bleme des Atombaues, der Quantentheorie und der Spektrallehre fügen und wie sie diese Probleme gefördert haben. Nach des Versers Theorie sind für das Planetensystem, als welches wir uns jedes m vorzustellen haben, stationäre Zustände eigentümlich, bestehend der Bewegung der die Planeten bildenden Elektronen in bestimmten ptischen Bahnen und Übergänge von einer Bahn zur andern unter strahlung und Absorption von Energie. Die großen Achsen der Ellipsen sind dem Quadrat der ganzen Zahlen proportional, der sogenannten Planckschen Konstanten h umgekehrt proportional. Im Gegensatz zu den astronomischen Planetenbahnen sind also nur gewisse Bahnen dauernd möglich, deren eine Achse von einfachen Zahlenverhältnissen bedingt ist. Die Art dieser Bahnen und die Zahl der umlaufenden Elektronen bestimmen die meisten physikalischen und chemischen Eigentümlichkeiten der verschiedenen Atome. Die Übergänge von einer Bahn zur andern verraten sich in den Spektrallinien der bei dem Sprung der Elektronen ausgesandten Strahlungen und haben wenigstens für die einfacheren Atome bereits eine bis ins einzelne gehende Prüfung der Theorie ermöglicht. Anderseits wurde auch die Feinstruktur der Spektrallinien dieser Atome quantitativ weitgehend erklärt, und zwar durch Sommerfeld, der die Einsteinsche Relativitätstheorie auf die Elektronenbewegung im Atom anwandte und zeigte, daß die Elektronenbahnen nach dieser Theorie eine langsame Präzessionsbewegung in ihrer Ebene ausführen müssen. Es handelt sich also um komplizierte doppel-periodische Bewegungen mit Sprüngen von Bahn zu Bahn. Man kann daraus ermessen, mit welchen Schwierigkeiten die von Bohr geschaffene Astronomie der Atome zu kämpfen hat. Die Wahrscheinlichkeit eines Sprungs soll nach dem ebenfalls von Bohr stammenden „Korrespondenzprinzip" von der Amplitude einer harmonischen Schwingungskomponente abhängen, die bei der Bewegung des Atoms auftritt. Hiermit ist nicht nur der Zeemann-Effekt (Aufspaltung des Spektrums durch Magnetisierung) für die Wasserstofflinien völlig zu erklären, sondern auch der Stark-Effekt (elektrische Aufspaltung), dem die klassische Theorie ratlos gegenüber gestanden hatte.

Bohrs Vortrag gibt ferner ein vorzügliches Bild von seinen Vorstellungen über das periodische System der Elemente und vom Zusammenhang der Röntgenspektren mit dem Atombau. Der ganze Vortrag ist populär gehalten, aber bei der Schwierigkeit des Stoffes nicht durchweg leicht verständlich. [E 209] Max Jakob.

Die Technologie der Wirkerei für technische Lehranstalten und zum Selbstunterricht. Von Prof. Gustav Willkomm. 3. Aufl., bearbeitet von Dr.-Ing. O. Willkomm, Limbach. Leipzig 1924, Arthur Felix. Preis geh. 30, geb. 40 ℳ.

Der Sohn ist hier ebenbürtig in die Fußstapfen seines Vaters, des Altmeisters der Wirkereitechnologie, getreten. Der Neubearbeiter eines technologischen Werkes, das nicht seiner Feder entstammt und bei seiner Entstehung im wesentlichen den gesamten damals bekannten Stand der Technik in klassischer Weise umfaßte, muß zunächst grundsätzlich entscheiden, ob er für die neue Auflage das Werk „modernisieren", d. h. nach der Richtung hin umgestalten soll, nur neue Maschinen und Arbeitsverfahren darzustellen, das „Alte" aber ausscheiden, oder ob er an dem klassischen Bestand des Werkes im wesentlichen nicht rütteln und in diesen Rahmen nur das einfügen soll, was, grundsätzlich neu, einen bleibenden Fortschritt darstellt, ohne nur einer Modelaune zu dienen. Hier stimmt der Besprecher der Auffassung des Bearbeiters der Neuauflage zu, daß, soll das Werk seine wissenschaftliche Eigenart behalten, d. h. in technisch-logischem Aufbau der Entwicklung die gesamte Wirkerei als solche mit all ihren Zusammenhängen darstellen, der zuletzt genannte Weg eingeschlagen werden muß.

Eine „Technologie" soll dem Studium dienen, nicht nach Art eines Kochbuches Rezepte geben oder ein Katalog moderner Maschinentypen sein. Gerade die Kenntnis erster Bauarten und deren Entwicklung birgt eine Fülle von Anregungen in sich, z. B. in dem Sinne, daß die Entwicklung einer Maschinengattung oder eines Verfahrens doch nicht gerade in der eben eingeschlagenen Richtung laufen muß, sondern neueren Erkenntnissen zufolge sehr häufig auch anders — zweckmäßiger — geführt werden kann. Zeigt doch die Erfahrung an unzähligen Beispielen, daß „neueste" Erfindungen häufig genug Wiederauferstandenes sind, z. B. der „Deutsche Rundstuhl"; nur war es vergraben und vergessen, da sich niemand die Zeit nehmen will, wirklich zu „studieren". Aber den Vorteil im Wettbewerb hat der, der das Alte kennt und zu neuem Leben erwecken kann.

Aus diesen Erwägungen heraus ist das vorliegende Werk in seinem wesentlichen Inhalt unverändert geblieben (ausgenommen Stellen, die durch die allgemeine Entwicklung endgültig überholt sind). Dem jetzigen Stand der Technik ist durch Einfügen neuer Verfahren und Erfindungen unter Berücksichtigung und Angabe der betreffenden Patente nach Möglichkeit Rechnung getragen worden, soweit sich solche auf runde und flache mechanische Kulierstühle beziehen, wobei eine Reihe von Zeichnungen durch neuere Darstellungen ersetzt worden sind. Die notwendigen größeren Ergänzungen sind bei Behandlung der Kettenstühle (Milanesestuhl, Jaquardraschel, Doppelstuhl und Schnelläufer) eingefügt.

Vollkommen umgestaltet unter Beachtung der auch hier gebotenen starken Beschränkung ist indessen der Abschnitt „Strickmaschinen". Wenn auch die Strickmaschine und ihre Anwendung an Ausdehnung so gewonnen hat, daß ihre eingehende Behandlung über den Rahmen einer „Wirkereitechnologie" hinausgehen würde, so mußte sie doch als „Wirkmaschine hier ihren Platz behalten, wenigstens so weit, daß die Arbeitsmittel für die grundlegenden Arbeitsverfahren ihrem Wesen nach vertreten sind.

Das Gleiche gilt entsprechend für „die Herstellung von Gebrauchsgegenständen" und die „Näherei". Der Inhalt des erstgenannten Abschnittes ist so der Mode unterworfen, daß ihn der Verfasser ohne Ergänzungen belassen hat, zumal ein sehr großer Teil davon auch heute noch oder wieder Geltung hat. In der „Näherei" sind neu aufgenommen worden: die Nähte der Overlock-, Triplock- und Merrowmaschine sowie die für die Handschuhindustrie sehr wichtigen Zwickelnähte.

Neu hinzu getreten ist das Kapitel über Appretur, das zwar in seiner Kürze der Bedeutung, welche die Zurichtung in der Wirkerei

[1]) Z. Bd. 68 (1924) S. 317, Fußnote 1

gewonnen hat, nicht gerecht werden kann, indessen in dem vorliegenden Rahmen einen wohl knappen, doch hinreichenden Ein- und Überblick gewährt. Alles in allem: Auch die dritte Auflage behält den alten klassischen Charakter der alten Auflagen bei. [E 359]

Ernst Müller.

Elektrizität in der Papierindustrie. Herausgegeben von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft. Berlin 1923, Selbstverlag. 397 S. mit vielen Abb.

Dieses von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin herausgegebene Buch schließt sich an gleichartige Druckschriften derselben Firma an, wie: „Elektrizität im Gaswerk, im Eisenhüttenwerk, in der Landwirtschaft, in der Textilindustrie" u. a.

Es soll einerseits den in der Papierindustrie tätigen Fachleuten Einblick in die gerade für diese Industrie so hochentwickelten Verwendungsmöglichkeiten der Elektrizität gewähren und anderseits dem projektierenden Elektroingenieur die Grundzüge der Papierfabrikation sowie die Eigenart ihrer Betriebseinrichtungen näherbringen, soweit deren Kenntnis bei der Planung elektrischer Einrichtungen für ihn wünschenswert erscheint.

Man wird diesen Doppelzweck bei der Beurteilung des Buches nicht außer Acht lassen dürfen, kann aber auch sagen, daß er aufs beste erfüllt ist.

Nach einer kurzen Einführung in den Werdegang des Papiers sowie in die Grundlagen der elektrischen Maschinen und Apparate befaßt sich der Hauptteil des Buches mit den elektrischen Antrieben. Für diese wird in den Papierfabriken vielfach eine weitgehende Geschwindigkeitsregelung (bis 1 : 20) gefordert bei hohen Ansprüchen an die Gleichmäßigkeit des einmal eingestellten Ganges. Es kommen daher fast durchweg Spezialantriebe zur Anwendung, deren Entwicklung durch die Elektroindustrie einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht hat. Für eine Reihe von ihnen werden sachlich und klar zuerst die Erfordernisse des Betriebes geschildert und dann die sich daraus ergebenden besonderen Antriebsarten beschrieben und erläutert. Mehrfach ist die historische Entwicklung gestreift und Ausblick für weitere Möglichkeiten eröffnet. Das Neueste bringen die Ausführungen über Mehrmotorenantrieb für Papiermaschinen, wie er in diesem Jahre zum ersten Male in Europa in einer deutschen Papierfabrik zur Aufstellung gelangt.

Ein sehr interessantes Kapitel befaßt sich mit der Kraft- und Wärmewirtschaft in der Papierindustrie. Weitere Kapitel verbreiten sich über Beleuchtung, Kraftzentralen, Kraftverteilung, Schaltanlagen und Leitungen unter entsprechenden Hinweisen auf die Bedürfnisse der Papierfabriken.

Zahlreiche gut gewählte Schaubilder und Abbildungen und ein ausführliches Inhalts- und Sachverzeichnis vervollständigen das Buch, welches in den Kreisen der Papierindustrie sicher großen Anklang finden wird. [E 361] Ba.

Die Lederfabrikation. Von Joseph Borgmann und Oskar Krahner. Herausgegeben von Prof. Dr. H. Friedenthal. Berlin 1923, M. Krayn. Teil I: Die Unterlederfabrikation, 288 S. m. 43 Abb. Preis geh. 10 Gm. Teil II: Die Oberlederfabrikation, 188 S. m. 20 Abb. Preis geh. 8 Gm. Teil III: Die Feinlederfabrikation, 472 S. m. 42 Abb. Preis geh. 16 Gm.

Daß man in ägyptischen Königsgräbern Schuhe und Ledersach in gegerbtem und gefärbtem Zustande gefunden hat, die heute no unsre Bewunderung erregen, lehrt, daß die Industrie zu ihrem Vort vom erfahrenen Handwerk sehr viel lernen kann. Jenes ägyptis Leder ist heute etwa 4000 Jahre alt und hat trotzdem Eigenschaft die manchem unserer Erzeugnisse abgehen. Es ist biegsam, zähe u hat dabei Farben von seltener Schönheit, die sich wunderbar halten haben.

Heute, wo die Mineralgerbung im industriellen Betriebe die ha werkmäßige Lederfabrikation immer mehr verdrängt, ist es sehr begrüßen, daß der rührige Verleger sich entschlossen hat, einen Üb blick über die gesamte Lederfabrikation in einer Reihe von Bänd zusammenzufassen. Die vorliegenden drei Bände sollen später nc durch zwei weitere „Die Chromgerbung" und „Die Mineralgerbung ihrem ganzen Umfange" ergänzt werden. Der Ingenieur lernt damit Erfahrungen des Handwerks und zugleich aber auch die neuzeitlich maschinellen Verfahren kennen, die bei einem Industriezweig wie Lederfabrikation von größter volkswirtschaftlicher Bedeutung sind. I I. Band über die Unterlederfabrikation behandelt die Rohware und Gerbmittel, ihre Herkunft und Verarbeitung in verschiedenen Verfahr einschließlich der maschinellen. Auf die neuzeitlichen Gerbmittel w kurz eingegangen.

Der II. Band beschreibt die Rohware und Gerbmittel nicht nc einmal, sondern behandelt die Herstellung der verschiedenen Oberled sorten, darunter auch die des Riemenleders.

Der III. Band ist der reichhaltigste und befaßt sich mit den v schiedenen Herstellungsverfahren der Feinleder und ihre Färbu In allen drei Bänden werden viele Maschinen abgebildet, die in Gerberei Verwendung finden.

Dampf- und Gasturbinen. Von A. Stodola. Nachtrag zur 5. Au nebst Entropie-Tafel für hohe Drücke und B_1 T-Tafel zur Ermittelu des Rauminhaltes. Berlin 1924, Julius Springer. 32 S. m. 37 Abb. u 2 Tafeln. Preis Gm. 3.

Wasserkraftmaschinen. Eine Einführung in Wesen, Bau und Bere nung neuzeitlicher Wasserkraftmaschinen und Wasserkraftanlag Von Dipl.-Ing. L. Quantz. 5 erw. u. verbess. Aufl. Berlin 19 Julius Springer. 150 S. m. 179 Abb. Preis Gm. 3.

Die Wasserturbinen und Turbinenpumpen. Von R. Thoman Erster Teil, 3. Aufl. Stuttgart 1924, K. Wittwer. 157 S. Pr Gm. 6, gbd. 8.

Die Güterwagen der Deutschen Reichsbahn. Herausgegeben im A trage des Eisenbahnzentralamtes in Berlin. Berlin 1924, V.D. Verlag. 16 S. Preis Gm. 1.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 4. Teil, **Die Baumaschin** 2. Bd. 1. Kap.: Das Tiefbohrwesen. Bearb. von A. Schwemann 3. Aufl. Leipzig 1924, Engelmann. 136 S. m. 272 Abb. Preis Gm. gebd. 10.

Pöge, Elektricitäts-Aktiengesellschaft Chemnitz 1874—1924. Festsch zum 50jährigen Bestehen der Firma. 58 S. Ecksteins Biographisch Verlag Berlin.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Zur Technik der Temperaturmessungen.

Ich gestatte mir, auf eine Ungenauigkeit hinzuweisen, die in dem Aufsatz von Dr.-Ing. K. Hencky in Z. Bd. 68 (1924) S. 297 enthalten ist und die nicht unwidersprochen bleiben sollte, weil daraus irreführende praktische Folgerungen gezogen sind.

In Gl. (6) wird nämlich die im Enddifferential des Thermometerrohres strömende Wärmemenge $Q_e = \alpha F (t' - t_g)$ gesetzt. Das ist nicht richtig, weil nicht die ganze Fläche F die Temperatur t' annimmt. Aus der hiermit abgeleiteten Endgleichung (8) wird der Schluß gezogen, daß die Abschlußfläche des Thermometerrohrs F eine die Genauigkeit der Messung beeinträchtigende Wirkung habe. Gerade das Gegenteil ist aber der Fall.

Bei gleichbleibender Eintauchtiefe l wird die an jeder Stelle des Rohres durch das Längendifferential strömende Wärmemenge Q um so größer, je größer die gesamte Oberfläche des Rohres ist, in diesem Fall also, je größer die Fläche F ist. Es folgt demnach aus Gl. (1), $Q = \lambda q \frac{dt}{dx}$, daß eine Kurve $t = f(x)$ um so steiler verläuft, je größer die Fläche F ist. Das bedeutet aber, daß eine Annäherung an die Gastemperatur bereits in geringerer Entfernung von der Befestigungsstelle erreicht wird, als wenn die Fläche F kleiner wäre. Die Messung wird also genauer.

Eine richtigere Form von Gl. (8) läßt sich ableiten, wenn man sich die Fläche F am Ende des Rohres als dessen Fortsetzung von der Länge n angebracht denkt, derart, daß $\pi d n = F$ ist. Den Abschluß des Thermometerrohres kann man sich dann durch eine die Wärme nicht leitende Fläche hergestellt denken. Dann ergibt sich aus Gl. (5) in Verbindung mit Gl. (1) das neue Endgefälle:

$$\frac{dt}{dx} = C_1 A e^{A(l+n)} - C_2 A e^{-A(l+n)} = 0.$$

Hieraus erhält man durch Umformung:

$$(t' - t_g) = (t_0 - t_g) \frac{[e^{Al} e^{2An} + e^{Al}]}{e^{2Al} e^{2An} + 1} = \varphi (t_0 - t_g).$$

Es ergibt sich also auch rechnungsmäßig, daß φ mit wachsendem, das heißt mit wachsender Länge der Rohrfortsetzung, kleiner wi. Die in Abb. 1 und 2 dargestellten Meßfehlerkurven verschieben s nach dieser neuen Gleichung auch ein wenig, doch nicht so, daß daraus gezogenen Folgerungen einer Berichtigung bedürften.

Obige Ableitung macht selbstverständlich nicht den Anspruch unbedingte Genauigkeit, da die veränderlichen Wärmeleitungsqu schnitte in der Fläche F nicht berücksichtigt wurden. Aber sie nügt wohl, um die grundlegende Frage zu klären, ob eine Fortsetz des Thermometerrohres nach innen über die Meßstelle hinaus von V teil oder Nachteil ist. Edmund Pfleiderer

Die von Herrn Pfleiderer beanstandete Annahme einer ü die Abschlußfläche F des Thermometerrohres gleichbleibenden T peratur stellt selbstverständlich eine nicht ganz zutreffende Annäher dar und wurde mit Rücksicht auf die Lösbarkeit der Different gleichung eingeführt. Aber auch die von Herrn Pfleiderer gemac Annahme ist nur eine Annäherung zweiter Ordnung, die zur Klär der wahren Verhältnisse ebenfalls noch nicht ausreicht; es bedü hierzu unbedingt der Berücksichtigung des veränderlichen Querschnit für die Wärmeströmung. Ich gebe gerne zu, daß die bezüglich Fläche F gezogene Folgerung vielleicht zu weit geht und daher Vorsicht aufzunehmen ist. Dies gilt aber auch für Herrn Pfleider Erklärung, solange er nicht den genauen Temperaturverlauf berech

Da man in dem behandelten Problem eine ganz genaue Rechn überhaupt kaum durchführen kann — entfernt sich doch auch me Annahme, daß keine Wärme vom Thermometerrohr ins Innere ab leitet wird, von der Wirklichkeit —, so habe ich mich von vornher begnügt, lediglich die allgemeinen Zusammenhänge und die Größ ordnung der Fehler aufzusuchen. [D 435] K. Hencky

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

Nr. 31 | SONNABEND, 2. AUGUST 1924 | BD. 68

INHALT:

Das Projektions-Planetarium des Deutschen Museums in München.

Von Dr.-Ing. W. Bauersfeld, Jena.

Die Konstruktionsgrundlagen eines von der Firma Carl Zeiß, Jena, für das Deutsche Museum gebauten Planetariums, das im Mittelpunkt eines halbkugelig gewölbten Hohlraumes steht und die Bewegungen der Himmelskörper (Sonne, Mond, Planeten, Fixsterne) im Sinn der ptolemäischen Anschauungsweise durch ein System von Projektionsapparaten auf der Innenfläche dieses Hohlraumes darstellt.

Kurz vor dem Kriege trat der Vorsitzende des Deutschen Museums, Dr. Oskar von Miller, an die Firma Carl Zeiß, Jena, wegen der Ausführung eines Pla...iums heran, bei dem der Beschauer die Bewegungen ...Gestirne in der ptolemäischen Anschauungsweise im ...n eines halbkugelförmigen Hohlraumes verfolgen könnte, ...genau so, wie die Sterne von der Erde aus erscheinen. Da...var zunächst daran gedacht worden, die Fixsterne durch ...e Glühlämpchen darzustellen, die auf einer aus Blech her...llten Kugelschale anzubringen wären. Zur Darstellung der ...nelsdrehung hätte die ganze Schale um eine der Richtung ...Erdachse entsprechende schräge Achse gedreht werden ...en. Sonne, Mond und Planeten hätten durch leuchtende ...ben verkörpert werden und durch geeignete Getriebe so an ...Innenseite der Kugelschale entlang geführt werden müssen, ...die bekannten epizyklischen Bahnen der Himmelskörper her...amen. Die Bewegungen sollten so schnell erfolgen, daß die ...änge eines Jahres in wenigen Minuten abliefen.

Schon bei den ersten Entwürfen zeigte es sich, daß hier ...anisch fast unlösbare Aufgaben vorlagen. Während des ...ges blieben die Arbeiten natürlich liegen. Nach seiner Be...ung wurden sie wieder aufgenommen. Dabei wurde die ...e nunmehr von ganz anderen Gesichtspunkten aus behandelt ...eine Lösung durchgeführt, die als Ganzes und in ihren ...lheiten auch in solchen Fachkreisen beachtet werden dürfte, ...em Gebiet der Feinmechanik fernstehen.

Der Grundgedanke der Lösung war, die Kugel...e fest anzuordnen und alle Gestirne auf ihrer Innenfläche ...ein System von Projektionsapparaten abzubilden, das in ...Nähe des Kugelmittelpunktes anzuordnen war. Es war dazu ..., die Kugelfläche oberhalb des Horizonts für die Aufnahme ...Projektionsbilder weiß zu färben. Unterhalb des Horizonts ...gen mußten die Bilder durch besondere Maßnahmen unsicht...gemacht werden.

Der in München vorgesehene Raum ließ nur einen Kugel...messer von 10 m zu, Abb. 1. Die Horizontlinie wurde in ...Höhe über dem Fußboden angebracht. In gleicher Höhe ...auch das System der Projektionsapparate. Diese mußten ...lenjenigen Bewegungsmöglichkeiten versehen sein, die dem ...e der Gestirne am Himmel entsprechen.

Verhältnismäßig einfach gestaltet sich die Projektion des ...sternsystems. Im Mittelpunkt einer aus Rotguß her...llten Kugelschale von etwa 500 mm Durchmesser ist als ge...same Lichtquelle für die Projektionsapparate eine Nitra...e von 200 HK angebracht, Abb. 2. Die Fläche dieser Kugel ...31 kreisrunde Öffnungen, die eine gleiche Zahl von Licht...erfern aufnehmen. In jedem dieser Lichtbildwerfer wird ...Stück des Fixsternhimmels dargestellt.

Die Einteilung der Kugel, die hierfür erforderlich war, ist am einfachsten auf folgende Weise zu beschreiben: Geht man von dem bekannten regelmäßigen Körper aus, dessen Oberfläche aus 20 gleichseitigen Dreiecken besteht, Abb. 3, und schneidet jede der 12 Ecken, die dieser Körper hat, durch ebene Schnitte ab, so entstehen an der Oberfläche 20 Sechsecke und 12 Fünfecke. Mit passender Lage der Schnitte läßt sich leicht erreichen, daß die Fünfecke und Sechsecke den gleichen umschriebenen Kreis aufweisen, Abb. 4. Denkt man nun noch die Kanten dieses Körpers vom Mittelpunkt aus auf eine Kugeloberfläche mit dem gleichen Mittelpunkt projiziert, so entsteht die ausgeführte Kugeleinteilung.

Die Diapositive für die Sternprojektion wurden auf photographischem Wege nach Zeichnungen im größeren Maßstabe hergestellt, in denen alle Sterne bis zur sechsten Größe möglichst genau als kleine Scheiben dargestellt waren. Im ganzen kommen etwa 4500 Sterne heraus. Die Helligkeitsunterschiede konnten dabei natürlich nur durch die verschiedene Größe der Scheiben wiedergegeben werden. Sterne erster Größe erscheinen an der Projektionsfläche als Scheiben von 23 mm Durchmesser. Es hat sich herausgestellt, daß für den Beschauer dabei der Eindruck eines Sternes durchaus noch erhalten bleibt.

Die Darstellung der Milchstraße ließ sich mit den Sternplatten nicht wirksam verbinden. Dafür mußte auf dem Fixsternkörper eine Anzahl kleiner Projektionsapparate zusätzlich angeordnet werden. Hierfür war es zweckmäßig, im Gegensatz zu der Sternprojektion, die eine vollkommen scharfe Abbildung verlangte, möglichst verschwommene Umrisse der nebelartigen Flecke herzustellen, die die Milchstraße verkörpern.

Weiterhin ist noch eine Anzahl kleiner Lichtbildwerfer auf der gleichen Kugel vorgesehen, die die Namen der Sternbilder auf den projizierten Himmel zu werfen gestatten.

Die so gewonnene Fixsternkugel muß, um die Tagesbewegung des Fixsternhimmels darzustellen, um eine Achse drehbar angeordnet werden, die der Polachse entspricht, und die für die geographische Breite von München eine Neigung von etwa 42° gegen die Senkrechte aufweist.

Sonne, Mond und Planeten sind durch besondere Projektionsapparate dargestellt, deren Bewegung sehr viel mehr Schwierigkeiten verursachte als die des Fixsternhimmels. Die epizyklischen, schleifenartigen Bahnkurven der Planeten auch nur in roher Annäherung unmittelbar mechanisch herzustellen, erwies sich als untunlich. Man mußte zu der einfachen kopernikanischen Darstellung der Himmelsbewegungen zurückgreifen, um auf mittelbarem Wege die richtigen Bahnkurven zu gewinnen. Das angewandte Verfahren ist leicht zu verstehen, wenn man sich, entsprechend dem Gedankengang des Kopernikus, die

Abb. 1. Kuppelraum mit Planetarium.

Fixsterne auf einer sehr großen Kugel fest angeordnet denkt, in deren Mittelpunkte die Sonne ebenfalls feststeht. Die Erde und die Planeten bewegen sich in elliptischen Bahnen um die Sonne nach bekannten Gesetzen. Der Ort, an dem jeweils ein Planet am Himmel von der Erde aus erscheint, ist durch denjenigen Punkt gegeben, wo die Verbindungsgerade von der Erde zum Planeten in ihrer Verlängerung die Himmelskugel trifft.

Die Bewegung der Erde und eines Planeten ist im kleinen Maßstab mechanisch leicht darzustellen. Man denke sich nun den Punkt, der die Erde verkörpert, mit dem eines Planeten durch ein zweiteiliges Rohr verbunden, das sich wegen des veränderlichen Abstandes teleskopartig verlängern und verkürzen läßt. Setzt man weiter an dieses Röhrensystem einen kleinen Projektionsapparat an, der das Bild des Planeten in der Richtung der Rohrachse auf die Hohlkugel wirft, so ist die Aufgabe im wesentlichen gelöst. Der abgebildete Planet muß jetzt mit großer Genauigkeit seine Bahn beschreiben. Kleine Fehler entstehen noch dadurch, daß die mechanische Wiedergabe der Planetenbahnen aus praktischen Gründen nicht in beliebig kleinem Maßstab erfolgen kann.

Da sich die einzelnen Lichtbildwerfer gegenseitig nicht in den Weg kommen durften, ergab sich die Notwendigkeit, sie stockwerkartig untereinander anzuordnen. Deshalb mußte für jeden der dargestellten Planeten die Erdbahn wiederholt werden. Weiterhin verbot es sich, die einzelnen Getriebe durch eine durchgehende, zentrale Achse zusammenzuhalten, weil sich das erwähnte Röhrensystem auch frei über die Bahnmitten bewegen lassen mußte. Die einzelnen Getriebe mußten daher durch eine

Abb. 2. Aufbau des Projektions-Planetariums.

außerhalb der Bahnen angebrachte Konstruktion von Stäben ... bunden werden, deren Dicke klein gegen die Größe der ... jektionsobjektive sein mußte, damit keine merkbaren Verd... lungen eintraten.

In Abb. 5 ist als Beispiel das Getriebe für den Merkur ... matisch dargestellt. Zwei kreisrunde Blechscheiben a und b ... am Umfange durch dünne Stangen c zusammengehalten. ... obere Scheibe trägt auf einer um 7° schräg gestellten Achse ... schrägen Lage der Merkurbahn gegen die Erdbahn (Ekl... entsprechend, an einem Hebelarm eine kleine Stahlkugel, di... Merkur verkörpert. Auf der unteren Scheibe ist in entspre... der Weise und in richtigem Halbmesserverhältnis die Erd... um einen zentralen Zapfen drehbar angebracht. Die b... Kugeln sind nun nicht durch das Röhrensystem mit ein... verbunden, das vorhin der Einfachheit halber angegeben ... sondern durch ein Getriebe von der Grundform eines Para... gramms, das wie eine Nürnberger Schere in viel stärk... Maße auseinandergezogen und verkürzt werden kann. ... seinem Ende sitzt der Bildwerfer d, dessen optische Ach... geeigneter Weise stets in der Richtung der Verbindung...

Abb. 3. Zwanzigflächner.

Abb. 4. Kugelaufteilung für die Projektion.

Abb. 5. Einzelnes Planetengetriebe (Merkur).

beider Kugeln gehalten wird. Allerdings nicht streng in ... Richtung, denn das Planetengetriebe mußte ein Stück au... Mitte des Kugelraumes herausgerückt werden, da die Mitt... reits durch die Fixsternapparatur in Anspruch genommen ... Abb. 2. Dieser Versetzung entsprechend sind die Projek... apparate gegen die erwähnte Richtung um bestimmte W... gekippt.

Die Planetenbahn war in Abb. 5 als kreisförmig mit ... Sonne als Mittelpunkt dargestellt worden, während sie eige... die Form einer Ellipse hätte aufweisen müssen. Nun sind ... die Abweichungen der Planetenbahnen von der eines Kreises ... gering. Der ungünstigste Fall liegt beim Merkur vor, w... kleine Achse der Ellipse um 2 vH kleiner ist als die große. ... Ersatz der Ellipsen durch Kreise war also ohne merkl... Fehler zulässig. Ein erheblicher Fehler entsteht aber, ... man die Geschwindigkeitsschwankungen in der Bahn nich... rücksichtigt. Zur Verringerung dieses Fehlers ist ein K... mechanismus benutzt worden, der aus folgender Überlegung ... standen ist.

In Abb. 6 stellt die gezeichnete Ellipse die Bahn eines ... neten P dar, mit S als demjenigen Brennpunkt, in dem die S... stehen soll. Geht man von dem Anfangspunkt A aus, de... kürzesten Entfernung von der Sonne (Perihel) entspricht, ... rechnet von hier aus die Winkel φ, die der Radiusvektor wä... der Zeit t zurücklegt, so läßt sich die Beziehung zwischen φ ... t durch eine einfache Näherungsformel darstellen, auf dere... leitung hier verzichtet werden soll:

$$2\pi\frac{t}{T} = \varphi - 2\varepsilon\sin\varphi .$$

Dabei bedeutet T die volle Umlaufzeit, ε die numerische Exzentrizität der Ellipse, die durch das Verhältnis der Strecken MS : MA gegeben ist.

Eine ganz entsprechend gebaute Näherungsformel ergibt sich, wenn man einen Punkt P_1, Abb. 7, auf einem Kreise um ... mit gleichförmiger Geschwindigkeit wandern läßt. ...r Radiusvektor, auf einen exzentrisch gelegenen Punkt S_1 be...gen, liefert die Winkelwerte φ abhängig von der Zeit t an...nähert nach der Formel

$$2\pi \frac{t}{T} = \varphi - \varepsilon_1 \sin \varphi.$$

Dabei bedeutet ε_1 das Verhältnis der Strecken M_1S_1 zu M_1A_1. Dieser Vorgang läßt sich mechanisch sehr leicht verwirk...lhen. Man erhält dadurch angenähert die Bewegung des Ra...usvektor der elliptischen Bahn, wenn, wie der Vergleich beider ...rmeln zeigt, $\varepsilon_1 = 2\varepsilon$ gewählt wird. Die Bahn des Planeten ...bst kann, wie schon gesagt wurde, mit guter Annäherung durch ...nen Kreis dargestellt werden. Nur muß der Ort der Sonne der ...merischen Exzentrizität der eigentlichen, elliptischen Bahn ent...rechend liegen. Diese Kreisbahn wird durch eine Kurbel dar...stellt. Der Kurbelzapfen, der den Planeten selbst verkörpert, ...hält seinen Bewegungsantrieb durch den Kurbelarm S_1P_1 der ...bb. 7. Damit ergibt sich der in Abb. 8 schematisch dargestellte ...echanismus. Der Zapfen p am Ende der Kurbel h_1 verkörpert

Abb. 6. Planetenbahn.

Abb. 7. Angenäherte Darstellung der Planetenbahn.

...n Planeten. Die Bewegung erfolgt durch einen geschlitzten ...ebel h_2, der seinerseits durch einen Zapfen p_1 vom Rade z mit...nommen wird. Dieses Rad z wird durch Vermittlung von ...ahnrädern von einer Achse aus gleichförmig bewegt, die außer...lb der Blechscheiben a und b in Abb. 5 an den Planetengetrie...n entlang läuft. Der Hebel h_2 verkörpert den Radiusvektor ...P_1 in Abb. 7. Der Schnittpunkt S_1 seiner Achse mit der ...äche des von der Planetenkugel am Hebelarm h_1 beschriebenen ...eises stellt den Standort der Sonne dar. Die Drehzapfen der ...ei Körper h_1, h_2 und z in Abb. 8 müssen nach den vorhin ent...ckelten Grundsätzen exzentrisch zueinander liegen.

Trotz der Benutzung dieses Getriebes bleiben bei der ...wegung des Merkur wegen seiner großen Exzentrizität von ...2 noch beträchtliche Fehler übrig. Die Restfehler in der Bahn, ...s Winkelfehler φ des Radiusvektor dargestellt, Abb. 6, be...ugen $-3{,}9°$ bis $+3{,}9°$. Daraus ergeben sich im un...nstigsten Fall (Erdnähe des Merkur) an der Projektionsfläche ...hler bis zu etwa 6°. Hätte man an Stelle des berichtigenden ...triebes eine einfache exzentrische Kreisbahn mit gleichförmi...r Bahngeschwindigkeit ausgeführt, so wären Fehler von an...nähert ± 19° an der Projektionsfläche herausgekommen. Bei ...n andern Planeten sind die Lagefehler infolge der kleineren ...zentrizitäten viel geringer. Beim Mars, der nach dem Merkur ...e größte Exzentrizität aufweist, betragen sie nur noch etwas ...er $^1/_5$ der Werte beim Merkur.

Die Orientierung der einzelnen Planetenapparate sowie der ...ondbahn mußte naturgemäß nach der Lage der Erdbahn ...kliptik) erfolgen, die gegen den Fixsternhimmel als unver...derlich angesehen werden kann. Damit ergab sich der Aufbau ...eser Apparate um eine Achse herum, die die Ekliptikachse ver...rpert und die zu der Fixsternkugel fest ausgerichtet werden ...nnte, Abb. 2. Die Ekliptikachse bildet mit der Polachse einen ...eichbleibenden Winkel von rd. 23,5°. Die geringen zeitlichen ...derungen dieses Winkels durch langsame Abnahme der Schiefe ...r Ekliptik und den periodisch verlaufenden Einfluß der Nuta...n konnten ohne merklichen Fehler vernachlässigt werden. Da...gen erschien es wünschenswert, den Einfluß der Präzession zu berücksichtigen. Diese entsteht dadurch, daß die ...dachse gegenüber dem ruhend gedachten Fixsternhimmel um die Ekliptikachse langsam herumwandert, so daß sie einen Kegelmantel beschreibt, und zwar kommt ein voller Umlauf in rd. 26 000 Jahren zustande. Die Wirkung der Präzession ließ sich am Planetarium dadurch leicht genau darstellen, daß die ganze Anordnung der Lichtbildwerfer, die Fixsternkugel mit den daran hängenden Getrieben für Sonne, Mond und Planeten eine zusätzliche Drehung um die Ekliptikachse a in Abb. 2 erhielt.

Nach dem Schema der Abb. 5 wurde jeder Planet für sich zwischen zwei runde Blechscheiben eingebaut, und zum Schluß wurden diese Getriebe durch Zusammenschrauben der Blechscheiben zu dem aus Abb. 2 ersichtlichen trommelartigen Aufbau verbunden.

Dicht unter der Lagerstelle der Ekliptikachse a ist zunächst der Lichtbildwerfer für die Sonne untergebracht, dessen Steuerung sehr einfach war, weil die Sonne durch einen feststehenden zentralen Zapfen verkörpert werden konnte, und nur die Erde beweglich dargestellt zu werden brauchte.

Im nächsten Feld ist der Mond untergebracht. Hierbei konnte die Erde durch einen feststehenden zentralen Zapfen dargestellt werden. Die Bewegung der Mondkugel bot aber neue Verwicklungen. Im Gegensatz zu den Planeten, bei denen die Lage ihrer elliptischen Bahn im Raum gegenüber dem ruhend gedachten Fixsternhimmel ohne erheblichen Fehler als unveränderlich dargestellt werden konnte, erfährt die Mondbahn ziemlich schnelle Änderungen. Die Mondbahnebene ist gegen die Ekliptik um etwas mehr als 5° geneigt, was durch Schrägstellen

Abb. 8. Mechanismus für die Darstellung einer Planetenbahn.

des Mittelzapfens für die Mondbahn wie beim Merkur in Abb. 5 leicht berücksichtigt werden konnte. Zu vernachlässigen sind die kleinen Änderungen des Neigungswinkels der Mondbahn, zumal sie periodisch verlaufen. Nun ändert sich aber die Richtung der Schnittlinie, die die Mondbahnebene mit der Ekliptik bildet, und zwar so schnell, daß sie schon in 18,6 Jahren eine volle Kreisdrehung erfährt. Diese Veränderung ist beim Mondgetriebe dadurch berücksichtigt worden, daß der schräge Mittelzapfen der Mondbahn eine entsprechende zusätzliche Drehung um die Ekliptikachse erhielt. Weiterhin hat die Mondbahn die unangenehme Eigenschaft, daß auch die Richtung ihrer großen Achse in jedem Jahr um etwa 40° herumwandert. Hätte man auch noch diese Veränderung mechanisch dargestellt, so wären, abgesehen von dem verwickelteren Aufbau, erhebliche Schwierigkeiten für den Zahnräderantrieb entstanden. Deshalb wurde die elliptische Form der Mondbahn überhaupt unberücksichtigt gelassen, und dafür eine reine Kreisbahn gewählt. Der dadurch entstehende Fehler ist wegen der verhältnismäßig kleinen Exzentrizität der Mondbahn von 0,055 erträglich, es entsteht höchstens ein Stellungsfehler von etwa 6° in der Bahn.

Eine weitere Aufgabe war die Darstellung der Mondphasen, sie schien am einfachsten durch eine kleine mattierte Glühlampe lösbar zu sein, deren eine Hälfte geschwärzt ist, und die unmittelbar durch ein Projektionsobjektiv an der Wand abgebildet wird. Wenn die Lampe langsam gedreht wird, müssen die Mondphasen entstehen. Dieser Weg erwies sich aber nicht als gangbar. Einerseits lassen sich die Lampen nicht hinreichend klein herstellen, und anderseits ist die Flächenhelligkeit trotz der Mattierung nach dem Rande viel zu gering. Deshalb wurde im Projektionsapparat dicht hinter der kreisrunden Blende, die das Bild des Vollmondes erzeugt, eine kleine Zusatzblende von der in Abb. 9 bis 11 dargestellten Form drehbar angebracht. Damit ließen sich die Phasen des Mondes für

Abb. 9 bis 11. Mondphasenblende.

eine Periode, d. h. von Vollmondstellung bis zur nächsten Vollmondstellung, in befriedigender Weise darstellen. Aber bei weiterer Drehung ergeben sich leider nicht die richtigen Phasen der nächsten Periode, sondern deren Spiegelbilder. Um die richtigen Phasen zu gewinnen, hätte man die Blendscheibe beim Vollmond sprungweise einmal um 180° weiterdrehen müssen. Dieser Weg ist aber aus verständlichen Gründen nicht beschritten worden. Vielmehr ist zur Darstellung der zweiten Periode ein zweiter Projektionsapparat in fester Verbindung mit dem ersten vorgesehen worden, der immer abwechselnd mit dem ersten in Betrieb kommt. Damit war es möglich, für die Phasenblenden eine gleichförmige Drehung zu erzielen. Besondere Verdunkelungsblenden, die ebenfalls gleichförmig bewegt werden, sorgen dafür, daß beide Apparate in richtiger Reihenfolge zur Wirkung gelangen.

An die Mondapparatur schließen sich in den folgenden Feldern noch die Projektionsgetriebe für die Planeten Merkur,

für einen beliebigen Zeitpunkt einzustellen. Auch Rückwärtsga ist vorgesehen.

Bei Benutzung des Jahresganges zeigen sich nun schleifenartigen Bahnen der Planeten in vorzü licher Weise. Übrigens steht auch hierbei der Fixsternhimm nicht ganz fest, weil er infolge der Präzession eine ganz la same Drehung um den Pol der Ekliptik erfahren muß.

Alle Mechanismen sind, abgesehen von dem abschaltbar Tagesgang, durch Zahnräder unveränderli zwangläufig miteinander gekuppelt. Ein Zählwerk der Planetenachse gestattet, den gerade eingestellten Zeitpunkt bestimmen.

Die Genauigkeit der Darstellung über sehr lange Ze räume hängt, wie man leicht erkennen kann, jetzt nur noch v der passenden Wahl der Zahnradübersetzungen ab, die für d Antrieb von Sonne, Mond und Planeten auszuführen sind.

Z24/385

Abb. 12. Planetarium in Sommerstellung.

Z24/386

Abb. 13. Planetarium in Winterstellung.

Venus, Mars, Jupiter und Saturn an. Diese Apparate sind alle nach dem Schema aufgebaut, das für den Merkur bereits beschrieben wurde. Die Phasen der Planeten sind nicht berücksichtigt worden, weil sie auch am Himmel mit bloßem Auge nicht erkennbar sind.

Beim Antrieb des ganzen Planetariums mußten zwei Möglichkeiten vorgesehen werden. Bei der Darstellung der Tagesvorgänge ist das ganze System um die Polachse zu drehen. Der Antrieb erfolgt durch einen Elektromotor, der seitlich an der Tragsäule fest angebracht ist. Durch ein Wechselrädervorgelege können verschiedene Geschwindigkeiten erzielt werden, in der Weise, daß ein Tag in 4½ min, 2 min oder 50 s dargestellt werden kann. Alle übrigen Bewegungen werden von der Tagesachse zwangläufig abgeleitet. Dabei verlaufen natürlich die Bewegungen von Sonne, Mond und Planeten gegenüber den Fixsternen sehr langsam. Um diese Bewegungen zu veranschaulichen, muß die Drehung der Polachse (der Tagesgang) ausgeschaltet werden. Dann ergibt sich die Möglichkeit, die Bewegungen der zum Planetensystem gehörenden Himmelskörper gegenüber dem nunmehr ruhenden Fixsternhimmel mit sehr erheblich gesteigerter Bewegungsgeschwindigkeit zu zeigen. Der Antrieb erfolgt nach Abschaltung der Tagesachse durch einen zweiten Elektromotor, der durch ein Zahnradvorgelege unmittelbar die Hauptachse der Planetengetriebe treibt. Dabei sind wieder drei Geschwindigkeiten vorgesehen, in der Weise, daß können. Der letzte Schnellgang ist hauptsächlich dazu gedacht, größere Zeiträume schnell zu überspringen, um die Sternstellung die Vorgänge eines Jahres in 4½ min, 50 s oder 7 s ablaufen

Zur Bestimmung der Zähnezahlen wurden aus dem Üb setzungsverhältnis, das durch die astronomischen Festwerte geben ist, jeweils unter Benutzung von Kettenbrüchen Näl rungsbrüche abgeleitet. Diese wurden dann durch Addition o Subtraktion von Zähler und Nenner in solcher Weise kombinie daß schließlich stets Zahlenwerte entstanden, die sich in h reichend kleine Faktoren zerlegen ließen, so daß größere Zäh zahlen vermieden wurden.

Als Beispiel seien nur die Werte für den Merkur an geben. Für die allen Planeten gemeinsame Antriebachse wurd 10 Umdrehungen während eines siderischen Jahres angenomm so daß der Antrieb des Sonnenapparates mit der Übersetzu 1 : 10 erfolgen konnte. Für den Merkur ergab sich damit a den astronomischen Daten das Übersetzungsverhältnis 0,415 209 1

das sich durch den Bruch $\frac{3^3 \cdot 11 \cdot 43}{2 \cdot 7 \cdot 13^3}$ mit einem verbleibenden Fehl

von $1 : 10^7$ annähern ließ. Dieser Fehler ist so gering, daß Lagefehler von 1° für den Merkur hieraus erst nach einem Ze ablauf von 5000 Jahren eintritt.

Bei den andern Planeten sowie beim Monde ließ sich d Restfehler für diesen Zeitraum noch kleiner halten, ohne d ein größerer Aufwand an Zahnrädern nötig gewesen wäre.

Die Bewegungswiderstände für den Antrieb sind trotz d starken Häufung von Getrieben dadurch klein gehalten word daß fast an allen Lagerstellen Kugellager ausgeführt worden si

In Abb. 12 und 13 ist das fertige Planetarium in Somm stellung und Winterstellung dargestellt. Neben der Tragsä

ht die Schalttafel, von der aus alle Bildwerferlampen und die triebmotoren eingestellt werden können. Im Hintergrund erkennt man die Schattenrisse des Münchener Horizonts, so wie er n der Plattform des Museums aus erscheint.

Bei der Vorführung der Tagesbewegung müßte, wenn man e natürlichen Vorgänge möglichst nachbilden wollte, beim Aufng der Sonne der ganze Raum durch eine Allgemeinbeleuchng so stark erhellt werden, daß die Sterne verschwinden. von wurde abgesehen, weil es viel wichtiger erschien, ch am Tage den Gang der Sonne durch die Sternbilder des erkreises und die Bewegungen der Planeten in der Nähe der nne zu verfolgen.

Eine sehr wirkungsvolle Darstellung der Himmelsbewegunn läßt sich mit dem Apparat auch noch dadurch erzielen, daß ide Antriebe, Tagesgang und Jahresgang, gleichzeitig und in lchem Geschwindigkeitsverhältnis eingeschaltet werden, daß e Sonne am Himmel ihre Mittagslage beibehält. Die Wirkung tspricht derjenigen, die für einen Beobachter auf der Erde rauskommen würde, wenn die Erde der Sonne immer die gleiche älfte zuwenden würde, etwa wie der Mond der Erde. Man sieht diesem Fall die Bahnen der inneren Planeten (Merkur und enus) um die Sonne herum deutlich als Ellipsen in flacher ojektion, während die äußeren Planeten ohne Schleifenbildung n ganzen Tierkreis durchwandern. Die Sonne steht auch nicht ill, sondern führt noch eine periodische, auf und ab gehende ewegung aus, die durch ihre wechselnde Höhenlage im Sommer d Winter bedingt ist.

Die bildliche Wiedergabe des Sternhimmels ist mit dem behriebenen Projektionsverfahren recht gut gelungen. Der Anick ist auch in ästhetischer Hinsicht sehr reizvoll. Da die rojektionsfläche in ihrer glatten, kalbkugeligen Form dem Behauer keine Gelegenheit mehr gibt, Tiefenunterschiede wahrnehmen, so fehlt bei verdunkeltem Raum dem Augenpaar der aßstab für die Tiefe überhaupt; man gelangt daher leicht zu r Illusion des unendlichen Raumes.

Wenn die Tagesbewegung eingeschaltet wird, also der ganze Fixsternhimmel eine langsame Drehung um die Polachse ausführt, so unterliegt der Beschauer häufig, namentlich bei Beginn der Bewegung, noch einer andern Täuschung. Bei verdunkeltem Raum ist man viel eher geneigt, die beobachtete Bewegung dem Fußboden zuzuschreiben, auf dem man steht, als dem strahlenden Sternenhimmel.

Das Planetarium wurde erstmalig bei der Jahresversammlung des Münchener Museums im Oktober 1923 vorgeführt, nachdem es eben soweit fertiggestellt war, daß die Projektion gezeigt werden konnte. In einer großen Zahl von Vorführungen konnte sich dabei zeigen, ob das nicht einfache Getriebe auch einer Dauerbeanspruchung gewachsen war. Diese Feuerprobe hat es ohne jede Störung bestanden, obwohl es einige Tausend Jahre abrollen lassen mußte.

Die Firma Carl Zeiß hat mit diesem Apparat ein sehr wirksames Anschauungsmittel geschaffen, um das Verständnis für die Himmelsbewegungen zu fördern. Die Herstellungskosten sind natürlich nicht gering, aber doch auch nicht so hoch, daß sie der Errichtung von Vorführungsstätten in größeren Städten hinderlich wären. Der Nutzen für die Förderung des Schulunterrichts steht außer Frage. Die Kosten werden sich ganz oder teilweise dadurch hereinbringen lassen, daß der Apparat der Allgemeinheit gegen eine mäßige Gebühr zugänglich gemacht wird.

Ein zweiter Apparat wird gegenwärtig hergestellt, der in Jena auf dem Fabrikgrundstück der Firma Zeiß in einem Kuppelraum von 16 m Dmr. aufgestellt werden soll. Für weitere Ausführungen kann auch noch die Neigung der Polachse einstellbar gemacht werden, ohne daß dadurch erhebliche Verwicklungen entstehen. Damit wird die Möglichkeit gegeben sein, die Himmelsbewegungen für den Nordpol und für den Äquator darzustellen. Auch die Erscheinung der Mitternachtsonne und ihr Zustandekommen kann sehr wirkungsvoll gezeigt werden. [B 431]

Eisenbetondruckrohrleitungen für Wasserkraftanlagen.

Muß man in engen Gebirgstälern und an deren Hängen für kleinere d mittlere Wasserkraftanlagen Rohrleitungen ausführen, so ist die irtschaftlichkeit dieser Leitungen besonders deswegen sorgfältig zu üfen, weil ihre Kosten zuweilen bis zu 60 vH der Gesamtbaukosten des raftwerkes ausmachen. Oft kann der Eisenbeton hier mit dem Eisen in ettbewerb treten, namentlich, wenn besondere Umstände den Bezug s Eisens erschweren und den der Rohstoffe für den Eisenbeton beinstigen. Einige solcher Eisenbetondruckrohrleitungen, die sämtlich Ort und Stelle von der Firma Dyckerhoff & Widmann ausführt worden sind, behandelt K. Bechtel im „Bauingenieur" Bd. 5 924) Nr. 7.

Im Jahre 1919/20 war beim Neuausbau eines Kraftwerkes in Seeurg an der Erms (Württemberg) eine 525 m lange Druckrohrleitung i bauen, die mit 18,5 m Gefäll zwei Francisspiralturbinen zu speisen at. Gewählt wurde ein Eisenbetonrohr von 1 m Dmr. und 120 mm Vanddicke. Der Beton konnte aus den am Ort vorhandenen vorzügchen Zuschlagstoffen: Jurakalk und Moränensand, in der Mischung on 1 Teil Zement auf rd. 4 Teile Kalk und Sand hergestellt werden. uf der Innenseite erhielt die Rohrleitung einen 15 mm dicken wasserichten Putz aus bestem Portlandzement, dessen Auftragung im engen ohrinnern allerdings erhebliche Mühe bereitete. Die Eisen von 10, 14 nd 16 mm Dmr. wurden an der Baustelle maschinell zu Schraubenpiralen gebogen. Sie werden sehr mäßig mit 750 kg/cm² beansprucht, ährend die Zugbeanspruchung im Beton nicht über 12 kg/cm² hinauseht. Alle 35 m ist eine Dehnungsfuge angeordnet, die durch eine entprechend ausgebildete Muffe unter Verwendung von Teerstricken geichtet wurde. Entsprechend der Länge von 35 m waren die Holzkerne emessen. Eine spätere Besichtigung ergab, daß sich das mindestens 0 cm hoch überschüttete Rohr in jeder Beziehung gut gehalten hatte.

Eine längere Rohrleitung wurde für die Firma C. A. Leuze, wen u. T., gebaut. Sie ist bei 21,8 m Gefälle 1346 m lang (eine kürzere on 125 m ist ebenso ausgeführt), hat 1,5 m l. W. und 120 mm kleinste Vanddicke. In ihr ist ein Druckausgleichturm von 23,2 m Höhe und 3 is 4,1 m Dmr. angeordnet. Da der Druckausgleichturm statisch larere Verhältnisse schafft und der auf die Rohrwände ausgeübte Zwang ifolge Drosselung der Wassersäule sich in der Spiegelschwankung des urmes auswirken kann, konnte die Beanspruchung der Rohrleitungen der wenigtens der Eiseneinlagen höher als bei der Ausführung für eeburg gewählt werden, nämlich 1200 kg/cm². Um auch bei dieser Leitung die an Ort und Stelle gewonnenen Stoffe nutzbar zu machen, ließ der Erbauer grobes Kalkgeröll, das seitwärts der Leitung ausgehoben wurde, durch Brecher und Walzenmühlen aufbereiten, waschen und sodann in Form von Grus in einer Mischung von 3 Teilen auf 2 Teile Sand, ¼ Teil Trass und 1 Teil Portlandzement mischen. Der Innenputz ist 15 mm dick und z. T. mit Inertol gestrichen, damit man Ansätze infolge der Verunreinigung des Wassers durch Papierfabriken leicht beseitigen kann. Vier Einsteigöffnungen ermöglichen eine Prüfung der Leitung, die bereits mehr als zwei Jahre im Betriebe steht.

Eine ganz eigenartige Leitung ist 1922/23 mit 1662,5 m Länge sowie 1 : 1000 und 1 : 500 Gefälle für das Kraftwerk der Stadtgemeinde Vöhrenbach im badischen Schwarzwald angelegt worden. Man wollte hier in der unter 2,3 at Druck stehenden Leitung die Vorteile der Holzrohrleitung mit denen der Betonleitung vereinigen und gleichzeitig die Kernschalung verbilligen. Deswegen hat die Eisenbetonleitung eine Auskleidung aus Holzdauben, die 2 m lang und an den Längs- und Stirnseiten mit Nut und Feder versehen sind. Sie bestehen aus gut getrocknetem Fichtenholz und haben zwischen einander kleine Zwischenräume, damit sie sich beim Vollsaugen mit Wasser ausdehnen können, ohne den Beton zu sprengen. Sie sind auf der Innenseite gehobelt, auf der Außenseite gegen den Betonmantel hin mit Inertol gestrichen, damit ein unnötiges Quellen beim Betonieren vermieden wird.

Es zeigte sich, daß der Holzrohrkörper zweckmäßig auf nicht mehr als 100 m vorgestreckt wird, damit die Bewehrung, die als ununterbrochene Schraubenlinie aus Rundeisen in der Wandmitte eingebaut ist, möglichst rasch nachgeholt wird. An den Kurven wurden kleinere Daubenlängen verwandt, so daß die Leitung überall dem Gelände angepaßt werden konnte. Der Betonmantel von 80 mm Dicke wurde flüssig eingebracht, nachdem die Eisen vorher sorgfältig ausgerichtet und die Holzseele frei aufgehängt war; der Beton aus 1 Teil Zement, ¼ Teil Trass, 2½ Teilen Sand und 2½ Teilen Grus von 5 bis 25 mm Stückgröße konnte infolgedessen überall hingelangen. Trotz ungünstiger örtlicher Verhältnisse konnten täglich 30 m hergestellt werden.

Auch diese Leitung hat sich bisher vollkommen bewährt. Der große Vorteil gegenüber einer einfachen Holzrohrleitung ist darin zu suchen, daß das bei einer solchen Leitung notwendige Eisen in dem Eisenbetonrohr vor Rost geschützt ist, während die Vorteile der Holzleitung erhalten bleiben. Vorbereitet wurde der Bau der vorgenannten Leitungen durch die Ergebnisse einer Reihe von Versuchen hinsichtlich der Stampfart, des Mischungsverhältnisses, des Wasserzusatzes, der Bewehrung usw., die in der Versuchsanstalt der Technischen Hochschule Karlsruhe für diesen Zweck ausgeführt wurden. [N 473] Br.

Fortschritte der Metallbearbeitungstechnik
unter Berücksichtigung der Leipziger Frühjahrsmesse.

Von Dr.-Ing. Buxbaum, Charlottenburg.

(Schluß von S. 750.)

Schleifen.

Bei verschiedenen Maschinen vereinigt man heute mehrere Schleifsupporte (zum Außen- und Innenschleifen oder Innen- und Planschleifen) ähnlich, wie man es bei manchen amerikanischen Maschinen (z. B. von Bryant) schon seit längerer Zeit findet.

Rundschleifmaschinen.

Ludw. Loewe & Co., A.-G., Berlin, bauen eine Universal-Rundschleifmaschine mit schwenkbarem Schleifscheibenschlitten für eine Innenschleifscheibe. Die Maschine wird durch einen Riemen, die Innenschleifscheibe von der großen Schleifscheibe aus angetrieben. Die Fortuna-Werke liefern von ihrer in Anlehnung an die Bauart Brown & Sharpe geschaffenen Universal- und Rundschleifmaschine auch kleinere Modelle. Die größere Maschine wird auch mit zwei Spitzenachsen für parallel übereinander gelagerte Werkstücke ausgeführt, Abb. 11, die gemeinsam mit derselben Scheibe geschliffen werden.

Bei der Innenschleifmaschine von Fritz Werner A.-G., Berlin-Marienfelde, mit angebautem Planschleifsupport, greifen die Führungen für den Innenschleifsupport brückenartig über die Werkstückführung, eine Bauart, die wohl zuerst die Firma Heald angewandt hat, und die als besonders breit und geschützt erwähnenswert ist.

Flächenschleifmaschinen.

Außer den bekannten Wagerechtflächenschleifmaschinen (Brown & Sharpe-Typ) baut die Firma Wotanwerke A.-G. die umgekehrte, durch Amerika bekannt gewordene Maschine (Rotos) mit einem Schleifscheibenschlitten, der sich wie bei Shaping-Maschinen wagerecht bewegt, und einem Tisch, der konsolartig am Maschinenkörper senkrecht gleitet, Abb. 12. Hierdurch wird der Schleifscheibensupport starr, der Tisch aber dementsprechend unstarr in der Führung; man kann nicht ohne weiteres sagen, welche Ausführung vorteilhafter ist. Die Flachschleifmaschine des Samson-Werkes, G. m. b. H., Berlin, mit Drehtisch ist in der Bauart ähnlich den bekannten Kolbenringschleifmaschinen und auch für Kugellagerringe, Kreissägeblätter usw. verwendbar. Die Diskus-Werke A.-G., Frankfurt a. M., versehen ihre große Planschleifmaschine mit einem aus kleinen Schleifzylindern zusammengesetzten Schleifkopf und mit hydraulischem Antrieb des Werkstücktisches. Die Schaltung gestattet, augenblicklich von der kleinsten bis zur größten Geschwindigkeit zu wechseln. Die Tischführung ist schräg angeordnet und wird ständig mit Preßöl berieselt. I. E. Reinecker A.-G., Chemnitz-Gablenz, baut eine Führungsflächen-Schleifmaschine für Prismenführungen an Werkzeugmaschinen sowie eine Flachschleifmaschine für Achslagergehäuse an Lokomotiven mit patentierter Entlastvorrichtung. Naxos-Union, Frankfurt a. M., hat die Hochleistungs-Flachschleifmaschine mit senkrechter Spindel, deren Schleifscheibe durch einen gleichachsigen Motor angetrieben wird, neu durchgebildet und liefert eine ähnliche Maschine auch mit Rundtisch.

Händel & Reibisch, Dresden, haben die Flachschleifmaschine mit Rundtisch von Blanchard übernommen, deren besonders schwerer Schleifkopf mit Antriebtrommel und eine großen Hohlzylinder als Schleifscheibe ausgerüstet ist. Frit Werner A.-G., Berlin-Marienfelde, liefert eine Schleifmaschin auf der man Keilnutenwellen für Kraftwagen-Wechselgetriel ohne die übliche Formscheibe, d. h. mit einer gewöhnliche Schmalscheibe, schleifen kann. Die Maschine hat ebenso wie d oben erwähnte Drehbank und Wagerechtstoßmaschine schma Führungen.

Abb. 11. Rundschleifmaschine mit zwei Spitzenachsen der Fortunawerke.

Abb. 12. Wagerechtflächen-Schleifmaschine Rotos, Wotanwerke A.-G.

Werkzeug-Schleifmaschinen.

Die Universal-Werkzeugschleifmaschine von Ludw. Loew & Co., A.-G., Berlin, ist ähnlich der Norton-Bauart und arbeit mit Teller- oder Topfscheibe. Ein einziger Riemen treibt durc die Hohlsäule hindurch über eine Spannschwinge. Zweckmäßi ist die offene Prismenführung des Schlittens, wodurch man di starke Abnutzung der geschlossenen Schleifmaschinenführunge umgeht. Auch der von der kleineren Werkzeug-Schleifmaschin stammende glatte Dorn zur Aufnahme von Walzenfräsern is vorteilhaft. Einrichtungen zum Schleifen von Kopfsenkern un Aufstecksenkern können aufgesetzt werden.

Die Firma Fritz Werner A.-G., Berlin-Marienfelde, ha ihre bereits bekannte Messerkopfschleifmaschine mit einigen Ver besserungen versehen. Die Maschine schleift auch die Abrun dung der Zahnecken, jedoch läßt sich der schwere Messerkopf support nicht gerade feinfühlig schwenken. Die kleine Maschin der Niles-Werke wird jetzt mit praktischen Gradteilunge ausgerüstet. Die Maschine von Reinecker und der Automa von Schieß sind bekannt. Besser wäre es, die Messer und ihr Aufnahmeschlitze so genau herzustellen, daß man sie einzel außerhalb des Kopfes schleifen und wieder passend einsetze könnte. So weit sind wir aber noch nicht. Bei sehr große Sonderfräsmaschinen und Karussellwerken hilft man sich imme noch so, daß man den Kopf unmittelbar auf der Maschine nachschleif

Kleine Werkzeugschleifmaschinen.

Stahlschleifmaschinen mit Winkeleinstellung finden sich r zahlreicher; ein Zeichen dafür, daß die Schneidstahl- ung in den Werken Fortschritte macht.

Bei der von Julius Kräcker, A.-G., Berlin, gebauten ifmaschine für die Drehstähle kleiner Drehbänke und Auto- ist der Auflagetisch nach rechts und links um je 90° dreh- Der gewünschte Schleifwinkel kann an einer Gradteilung stellt werden. Außerdem ist der Tisch um eine Wagerecht- schwenkbar und mittels Zahnstange und Zahnrad quer hiebbar. Äußerlich wirkt die Maschine noch nicht ganz gebildet. Eine Ringscheibe dürfte der gleichmäßigen Ab- ung wegen zweckmäßiger als eine volle Flachscheibe sein. Maschine von W. Stülpner, Dresden-Möckritz, ist etwas iger. Hier ist die Stahlhalterstütze um eine Wagerechtachse Gradteilung schwenkbar und außerdem um eine senkrechte drehbar. In der Querrichtung verschiebt man den Schleif- ort mittels Handrad und Schraubenspindel, beim Zustellen r Richtung der Schleifscheibenachse mittels Fingerrad und lel; die Antriebswelle läuft in Kugellagern; die Schleif- be ist ringförmig.

Für hinterdrehte Fräser haben Jos. Koepfer & Söhne, wangen, eine kleine, billige und zweckmäßige Schleifmaschine tickelt, Abb. 13. Die Fräser werden auf senkrechtem Dorn nommen und mit der Hand mittels unmittelbar aufgesteckter cheiben geschaltet, wovon fünf mit 8, 9, 10, 12, 14 Zähnen liefert werden. Vor der auf dem anderen Spindelende nden Scheibe ist ein kleiner Flachtisch angeordnet, damit man Fräser (oder Drehstähle) durch einfaches Heranführen mit Hand schärfen kann. Die Maschine von Friedrich kel, München, nimmt die Fräser ebenfalls auf senkrechter e auf, verlegt die Schwenkbewegung aber in die Schleif- be. Auch hier werden 8-, 10-, 12- und 16zähnige Teilscheiben Weiterschalten mitgeliefert. Die Schleifscheibe kippt selbst- t. Natürlich hat jedes Teilen des Fräsers nach Teilscheibe t mit der Zunge) den Mangel, daß etwaige Teilungsfehler Scheibe ständig auf den Fräser übertragen werden; das gilt für selbsttätige Fräserschleifmaschinen.

Zwei selbsttätige Fräserschleifvorrichtungen, die man auf öhnliche Werkzeugschleifmaschinen aufsetzen kann, werden W. Michalk & Sohn, Freital, gebaut. Nachdem man Zähne durchgeschaltet hat, wird der Fräser gegen die eifscheibe selbsttätig um die Schleiftiefe zugestellt. Die Vor-

Abb. 13. Fräserschleifmaschine, Bauart Koepfer.

tungen sind aber noch nicht genügend durchgebildet; alle egten Teile liegen offen und sind dem Schleifstaub ausgesetzt. eine Vorrichtung schleift Schneckenzahnfräser und führt sich els der bekannten gleichachsig sitzenden, der Fräserform ent- chenden Schablone.

Das Schleifen kleiner Spiralbohrer ist immer noch t restlos gelöst; schlecht geschliffene kleine Bohrer aber hen leicht, und kleine Spiralbohrer, die in der Werkstatt bis Rest aufgeschliffen werden, stellen seltene Ausnahmefälle Rasches Aufnehmen in die Spanneinrichtung, genaues Zen- en des Kernes, schnelles Schalten von Lippe zu Lippe sind vierige Aufgaben, und der geübte Schleifer arbeitet immer lieber freihändig. Daß aber eine große Übung dazu gehört, e Schneiden an kleine Bohrer anzuschleifen, ist bekannt.

Schleifscheiben.

Friedrich Schmaltz, Offenbach, erzeugt neuerdings eigenartige „Zickzack"-Schleifscheiben, die durch ihr besonderes Profil weitgehend unterbrochene Berührungsflächen darbieten und infolgedessen das Werkstück gegen Brennen und Ausglühen zu schützen scheinen; die Scheiben dürften sich weniger leicht vollsetzen (Abb. 14). Die Topfscheiben sind im Verfolg des gleichen Gedankens sechseckig statt rund ausgebildet. Erfahrungen über Abnutzung der Scheiben, d. h. darüber, ob man die Scheiben härter als volle Scheiben wählen kann, ferner über das Verhalten beim Abrichten, die Möglichkeit, auch Schultern zu schleifen, den Kraftverbrauch usw. müssen noch abgewartet werden.

Abb. 14. „Zickzack"-Schleifscheiben von Friedrich Schmaltz, Offenbach.

Härteprüfer für Schleifscheiben.

Die Diskus-Werke, Frankfurt a. M., versuchen, die wichtige Härteprüfung von Schleifscheiben so zu lösen, daß sie die zum Anschaben der Scheiben erforderliche Kraft mittels Dynamometers messen. Das Anschabeverfahren gleicht also dem bisher gebräuchlichen, wobei man mit einem Schraubenzieher oder Meißel einige Körner von der Oberfläche abschabt und die dazu erforderliche Kraft gefühlsmäßig schätzt, nur wird die Kraft hierfür gemessen. Das Gerät wird unter einem Winkel von 60 bis 70° angesetzt. Die Scheibenhärte wird aus mitgelieferten Tafeln entnommen. Abgenutzte Schneiden können leicht ausgewechselt werden. Inwieweit dieser Apparat das Feingefühl der Hand zu ersetzen geeignet ist, muß die Praxis noch zeigen.

Sägen.

Burkhardt & Weber, Reutlingen, reinigen die Kreissäge von den Spänen mittels eines selbsttätigen Zahnausräumers, der eine federnde in die Zahnlücken einschnappende Zunge darstellt, aber geräuschvoller als das bekannte umlaufende gezahnte Rad von Gustav Wagner arbeitet. An Bügelsägen sind manche neue leichte und zum Teil außerordentlich billige Maschinen erschienen; gerade die kleinen haben recht gute, breite Prismenführungen, die zuverlässiger scheinen als die doppelten Rundstangen der schweren Maschinen.

Die Firma Gebr. Petschke, Bergedorf b. Hamburg verwendet ein nicht auf Zug, sondern auf Druck arbeitendes und schräg zur Bügelführung eingespanntes Blatt, das also keilförmig auf die Schneidstelle wirkt. In der Richtung des Quervorschubes wirkt somit nicht nur das Bügelgewicht ohne besondere Vorschubbelastung, sondern auch die Querkomponente der Schnittkraft; beim Rückzug vermindert sich dieser Druck. Der Schnitt ist wiegend, die Schnittbahn also gewölbt. Die Maschine soll nur halb so viel Arbeit als andere Maschinen von gleicher Leistung verbrauchen. Die Schnitte sind auch bei 0,5 mm dünnen Scheibchen sauber. Eine besonders kleine Bügelsäge baut die „Motuma", Maschinenbau-A.-G., Leipzig-Gohlis. Hier fehlen Ständer wie Schraubstock. Die Vorrichtung wird hinter dem Bankschraubstock befestigt und zum Arbeiten heruntergeklappt, so daß sie, wenn nicht gesägt wird, fast keinen Platz einnimmt, und für kleine Schlossereien sehr vorteilhaft sein dürfte.

Zahnräder-Bearbeitung.

Die Zimmermann-Werke, A.-G., Chemnitz, erzeugen als vierfache Stirnradhobelmaschine nach dem Fellows-Verfahren einen kleinen Schnelläufer für die Massenherstellung von Getrieben in Nähmaschinen, Automobilen und Großuhren usw. bis zu 250 mm Dmr. (Abb. 15). Die Hubzahl in der Minute beträgt 150 bis 450, ist also außerordentlich hoch, auf jede Umdrehung des Schneidrades entfallen 530 bis 1820 Doppelhübe. Die hohe Arbeitsgeschwindigkeit wird durch guten Massenausgleich und Leichtmetallschlitten erreicht.

Einen sehr guten Eindruck macht die Spiralkegelrad-Hobelmaschine, Patent „Brandenberger", der Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik, die mit der Böttcherschen Fräsmaschine für bogenförmige Kegelradzähne in Wettbewerb tritt und schon als Öwa-Brandenberger-Maschine durch die Österreichischen Werke, Wien, auf den Markt gebracht wurde (Abb. 16). Die linke und rechte Spiralzahnflanke zweier zusammenarbeitender Räder werden von der Maschine vollkommen gleichmäßig hergestellt, so daß jeder Zahn an der Flanke auf voller Breite trägt. Da die Maschine theoretisch genaue Schraubenzähne hobeln soll, so kann man Kegelräder mit weniger Zähnen als bisher anwenden. Die Maschine arbeitet selbsttätig ohne Teilapparat; das zu hobelnde Rad dreht sich ununterbrochen. Ein 45zähniges Kegelrad aus Stahl von 50 kg/mm² Festigkeit mit 50 mm breiten Zähnen von Modul 6 wird in 75 min fertig, wovon 40 auf das Schruppen und 35 auf das Schlichten entfallen. Eine Kegelräderhobelmaschine der Zimmermannwerke A.-G., die schräggestellte, nicht bogenförmige Zähne (ähnlich der von Reinecker) herstellt, arbeitet mit zwei Stählen, ähnlich wie die Maschine von Dr. Barth, die von Heidenreich & Harbeck gebaut wird.

Herbert Lindner, Berlin, fertigt Zahnradfräsvorrichtungen zum Aufsetzen auf Ständerfräsmaschinen für Teil- und Abwälzfräsung, darunter einen Sonderteilkopf zum Fräsen von Kegelrädern mit Schwenkeinrichtung, wobei die Unterplatte (nicht der Maschinentisch) mit dem Teilkopf der Verjüngung des Kegelrades entsprechend nach links und rechts geschwenkt wird. Die damit hergestellten Kegelräder haben gleichbleibende Zahnhöhe von innen nach außen; die Fräserform entspricht der inneren Zahnflanke.

Abb. 15. Schnellaufende Stirnrad-Abwälzhobelmaschine der Zimmermann-Werke, A.-G., Chemnitz.

Abb. 16. Spiralkegelrad-Hobelmaschine der Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik.

Meß- und Prüfmaschinen für Stirn- und Kegelräder werden von C. Stiefelmayer, Eßlingen, geliefert. Die Maschinen prüfen den Achsenabstand durch Abrollen unter gleichmäßigem Druck. Der Achsenabstand wird dabei entgegen den wirklichen Verhältnissen unter der Wirkung einer Feder soweit verringert, bis die Räder spielfrei laufen. Die Schwankungen des Achsenabstandes werden selbsttätig aufgezeichnet. Die Abweichungen im Achsabstand sind ein Maß für die Ungenauigkeit der Verzahnung; wiederholt sich die Abweichung bei jedem Zahn, so ist die Zahnform oder Zahndicke falsch; ändert sich die Abweichung während der Umdrehung eines Rades, so liegt die Verzahnung exzentrisch zur Bohrung.

Abb. 20. Prüfsupport für Drehbänke Bauart Losenhausen.

Das Diagramm wird 100fach vergrößert aufgezeichnet s. Abb. 17 bis 19. Soweit die Kurven oberhalb der Null-Linie verlaufen, ist der Achsabstand zu groß, muß also die Verzahnung nachgearbeitet werden. Abb. 17 ist an einem gehärteten Zahnrad mit 17 Zähnen aufgenommen; die Verzahnung ist ziemlich gut, das Rad schwankt aber um 0,17 mm. Abb. 18 entspricht einem Zahnrad mit 30 Zähnen, dessen Verzahnung schlecht ist und das außerdem um 0,07 mm schwankt. Abb. 19 ist ein Zahnrad mit 90 Zähnen, das in ein 30zähniges eingreift; außer den Fehlern an den Zähnen sind der Übersetzung entsprechende Perioden sichtbar. Das kleine Rad schwankt mehr als das große. Die dritte Periode hat die größte Abweichung von 0,08 mm, die zweite Periode die kleinste Abweichung von 0,04. Daraus berechnet sich die Schwankung des kleinen Rades zu 0,06 mm, die des großen Rades zu 0,02 mm.

Feilmaschinen.

Eine kleine, ganz einfache Rundfeilmaschine, die Feilscheiben und andre Rundfeilen aufnimmt, und universell einstellbaren Tisch hat, baut die Firma Julius Kräcker A.-G., Berlin. Die Anwendung der umlaufenden Feile ist noch lange nicht so verbreitet, wie sie verdient; insbesondere beim Abgraten ist sie als Ersatz oder Ergänzung der Handfeile wertvoll.

Blechverarbeitung.

Die große Kurbelschere der Berlin-Erfurter Maschinenfabrik, Henry Pels, hat Arbeitsreglerantrieb der AEG ohne Schwungrad. In den Motorstromkreis ist ein

Abb. 17 bis 19. Diagramme der Zahnrad-Meßmaschine, Bauart Stiefelmayer, Eßlingen.

Anzahl von „Stromwächtern“, d. h. eisenfreien Solenoiden mit darin schwebenden Ankern eingeschaltet, wovon jeder eine Stufe für den Feldwiderstand des Regelmotors einschaltet oder kurzschließt. Die Stromwächter sind auf steigende Motorstromstärken abgestimmt, bei denen sie ihren Anker anheben oder fallen lassen. Der erste Stromwächter schließt seine Widerstandstufe kurz, sobald 90 vH der Höchststromstärke erreicht sind; dadurch wird die Motordrehzahl vermindert und das Drehmoment verstärkt. Genügt das nicht, so setzt der zweite, dritte und vierte Stromwächter ein[1]).

Bei der Exzenter-Ziehpresse von Erdmann Kircheis, Aue, die für Blechscheiben bis zu 650 mm Dmr. bei 300 mm größter Ziehtiefe bestimmt ist und untenliegenden Antrieb sowie beweglichen Tisch hat, ist als Neuerung eine Einrichtung zum zwangläufigen Niederholen des Tisches zu erwähnen. Gut durchgearbeitete Exzenterpressen mit selbsttätigem Vorschub und Ziehpressen mit selbsttätiger Speisevorrichtung für kleine Formblechteile baut Heinrich Gutberlett, Barmen. Die Teile kommen vorgearbeitet als Kugelschalen von einer doppeltwirkenden Exzenterpresse und werden in 5 und 9 Stufen mit ebenso vielen Ziehpressen fertig bearbeitet.

Eine vollselbsttätige Kurbelpresse für Tafeln, welche die Tafeln ähnlich wie bei Zickzack-Pressen restlos aufarbeitet, jedoch die Tafel der Breite nach hin und her bewegt, wenn eine Reihe fertig ist, stellt die Fledermaus A.-G., Erfurt, her. Die Werkzeuge können zum Einfachstanzen, Tiefziehen oder Prägen sowie auch mit beiderseitigem Vorlocher ausgebildet, oder Blockschnitte sein. Zum Verkleinern des Abfalls sind hinter dem Werkzeug noch zwei Abfallschneider angebracht. Die Tafeln können auch in der Längsrichtung aufgeteilt werden, die Reihen ungleichzahlig und gleichzahlig versetzt und unversetzt sein. Die Maschine hat Druckölschmierung. Durch Einbau von Rutschkupplungen in die Antriebswelle wird Bruchgefahr vermieden. Zum Abschleudern gezogener Teile dient ein Gebläse.

Federwickel-Maschinen.

Wafios (Wagner & Ficker und Otto Schmid), Reutlingen, liefern eine verbesserte Universal-Federwindemaschine, worauf ganz selbsttätig beliebig geformte zylindrische, kegelige oder ballige (Tönnchenform-) Federn offen oder geschlossen als Zug- oder als Druckfedern gewickelt werden können. Der Draht wird von links herangezogen und durch zwei Rollen ohne Dorn in die eingestellte Federform hineingedrückt, und die Federn werden genau gleich lang abgeschnitten. Der Durchmesser der Feder wird durch zwei oder drei einstellbare Gleitbacken bestimmt, die man während des Wickelns mittels einer Kurve nach innen oder außen führen kann, derart, daß sich der Durchmesser der Feder von Anfang bis Ende beliebig verändert.

Auf der Maschine von L. Dukelsky, Berlin-Wilmersdorf, kann man beliebig lange Zug- und Druckfedern sowie auch Flachspiralen mit beliebig veränderlicher Steigung wickeln. Die Stundenleistung beträgt bei der kleinen Ausführung 60 m, bei der großen 80 m Federlänge. Diese Firma baut auch eine Maschine, die stündlich 800 Schenkelfedern mit acht Windungen wickelt.

Meß- und Prüfmaschinen.

Der Prüfsupport für Drehbänke von Losenhausen, Düsseldorf-Grafenberg, Abb. 20, dient zur Bestimmung der beim Drehen an der Meißelschneide auftretenden Kräfte. Durch den Schneidvorgang entstehen eine senkrechte und eine wagerechte, senkrecht zur Schnittebene auftretende Kraft. Zerlegt man die letztere in eine Kraft parallel zur Drehachse (Längsdruck) und eine senkrecht dazu (Radialdruck) in der Richtung des Meißelschaftes, so erhält man die drei zueinander senkrechten für Werkzeug und Maschinen maßgebenden Kräfte.

Diese drei Kräfte werden in dem Prüfsupport auf entsprechende Kraftmesser so übertragen, daß man sie einwandfrei messen kann, ohne daß die Anzeige durch Reibungsverluste und verwickelte Hebelwerke beeinträchtigt wird. Maßgebend für die Konstruktion war also, die auftretenden Kräfte auf dem kürzesten Wege auf die Meß- oder Schreibgeräte weiterzuleiten. Der Drehstahl ist in einem Stahlhalter festgespannt, der in der wagerechten Ebene auf einer Pendelstütze ruht und seitlich gegen die Gehäusewand abgestützt ist. Der senkrechte Druck wird durch einen zweiarmigen Hebel, dessen Stützpunkt die Pendelstütze ist, mit entsprechender Übersetzung auf die Senkrechtmeßdose übertragen, der Radialdruck unmittelbar auf die Radialmeßdose hinter dem Stahlhalter. Zur Feststellung des Axialdruckes, der je nach der Vorschubrichtung in zwei Richtungen wirken kann, ist der Stahlhalter in Höhe der Abstützungen von der Stahlspitze aus um die Achse der Senkrechtmeßdose drehbar. Die Drücke werden durch je einen verstellbaren Stützzapfen, der seitlich am Stahlhalter sitzt, auf die Meßdosen zu beiden Seiten übertragen. Als Hebelverhältnis wurde 2 : 1 gewählt, so daß die Drücke in den Meßdosen doppelt so groß wie die wirklich auftretenden sind. Da als Axialdruck etwa die Hälfte des Radialdruckes angenommen wird, brachte man durch die Hebelverhältnisse den Druck in den Axialdosen auf dieselbe Höhe wie bei der Radial- und der Senkrechtdose und kann einheitliche Manometerfedern wählen.

Bei den Kugeldruckprüfmaschinen mit schneller Einstellung der Prüfhöhe und des Gewichtes ist der Druckstempel in einem Arm gelagert, der auf der Standsäule verstellbar und festklemmbar ist. Die Säule trägt oben einen Kopf mit der Hebelwage, der Kugeleinsatzführung und dem Tiefenmesser. Die Ablesung der Eindrucktiefe erfolgt mit $^1/_{10}$ mm Genauigkeit. Die Probe kann auch umgekehrt so angestellt werden, daß für eine bestimmte Eindrucktiefe die Belastung ermittelt wird. Bei Biegeproben wird statt des Drucktellers ein Biegetisch und statt des Kugelhalters ein Biegestempel eingesetzt.

Hämmer.

Die Vulkanhammer-Maschinenfabrik, Berlin-Neukölln, baut einen Lufthammer mit selbsttätiger Ein- und Ausschaltung des Antriebmotors, der während der Schmiedepause keinen Strom verbraucht und so Stromersparnisse bis zu 50 vH ermöglichen soll. Ein Schmiedehammer arbeitet höchstens etwa ein Drittel seiner Gesamtbetriebszeit; während dieser Zeit steht seine Steuerung teils in „Bär-oben“-Stellung, teils in Leerlaufstellung, sofern sie vorhanden ist. In der Leerlaufstellung sind die Pumpenräume mit der Außenluft verbunden, so daß die indizierte Pumpenleistung fast Null ist. Der Antriebmotor hat aber dann außer dieser geringen Pumpenleistung noch seine eigene Leerlaufarbeit und die Arbeit für die Bewegung des Schwungrades, der Kurbelwelle, der Pleuelstange und des Pumpenkolbens zu leisten, was etwa 30 vH des höchsten Bedarfes bei schwerer Schmiedarbeit entsprechen dürfte. Um daher etwa die Hälfte der Leerlaufarbeit zu sparen, kann man das

Abb. 21. Diagramm eines Lufthammers, Bauart Vulkan, ohne Leerlaufschaltung.

Abb. 22. Diagramm eines Lufthammers, Bauart Vulkan, mit Leerlaufschaltung.

[1]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 6.

ganze Kurbelgetriebe beim Leerlauf abkuppeln, so daß nur Motor, Spannrollentrieb und Schwungrad laufen; nachteilig ist hierbei aber, daß dann der Schmied einen besondern Kupplungshebel bedienen muß, und daß die mechanische Kupplung nicht unbedingt betriebsicher ist.

Beim Vulkanhammer setzt man daher während des Leerlaufes den Motor vom Steuerhebel des Hammers aus selbsttätig still und schaltet ihn umgekehrt selbsttätig wieder ein. Abb. 21 und 22 lassen die Stromersparnisse während der Schmiededauer

Z24/528

Abb. 23. Dreibackenfutter „Breitenbach" von Bühring, A.-G., Landsberg.

erkennen. Zum allmählichen Ein- und Ausschalten des Ankers dient ein Fliehkraftregler. Ist der Stator eingeschaltet, so läuft der Motor als Kurzschluß-Motor mit einem Widerstand an, der dann durch den Fliehkraftschalter vermindert wird. Ob die Wirkungsweise des Fliehkraftschalters betriebsicher ist, muß die Erfahrung lehren.

Ein kleineres Modell des Hammers soll außerdem Preßluft für den Betrieb von Werkzeugen erzeugen, die man dem oberen Raum des Bärzylinders entnehmen kann.

Die ortfeste Druckluftnietmaschine der Deutschen Werke A.-G. mit gußeisernem oder Blechkörper dürfte geräuschloser und bei kleinen Nieten wohl auch rascher als die mechanischen Nietmaschinen arbeiten. Bei größeren Nieten dagegen scheint der Kalottenkopf der Druckluftnietmaschine weniger geeignet als die sich um ihre Achse drehende messerförmige Hammerschneide der mechanisch angetriebenen Maschinen.

Elektro-Kleinmaschinen.

Paul Schachel, Berlin, baut eine sehr handliche kleine Holzhobelmaschine, die mit zwei Handgriffen über das Brett geführt oder mittels ihres schweren Fußes ortfest auf den Tisch gestellt werden kann, wobei das zu hobelnde Brett über die Maschine hinweg geschoben wird.

Werkzeuge.

Spannwerkzeuge.

Das neue Kraftspannfutter System „Breitenbach" von Bühring A.-G., Landsberg, Abb. 23, wirkt derart, daß, ähnlich wie bei den Almond-Bohrfuttern, ein Radkranz gedreht wird und dabei drei in schrägen Rinnen geführte Spannbacken radial und gleichzeitig axial (nach innen) zusammengeschoben

FRITZ WERNER A.-G.

Z24/537

Abb. 24. Innendrehstahl „Ifanger" von Fritz Werner A.-G., Marienfelde.

werden. Die Gleitflächen sind sehr breit, Spannmutter und Spannring haben grobes Trapezgewinde. Die Führung der Backen erscheint sicher, ebenso die Abdichtung des Futters gegen Fremdkörper. Für Außen- und Innenspannungen gibt es besondere Futter, was zwar kostspielig ist, aber auch Schutz gegen Verschmutzen beim Auswechseln der Backen bietet. Die Maschinenfabrik Schieß A.-G., Düsseldorf, baut ein selbstspannendes Bohrfutter, ähnlich dem von Grönkvist, jedoch mit schnabelförmigen Backenrollen in hohlkegliger Anlage, so daß es dessen Vorteile mit der spitzen Form der Almond-Futter vereint.

Schneidwerkzeuge.

Der lange Schaft des Innendrehstahles der Firma Fritz Werner A.-G., Marienfelde, Abb. 24, trägt vorn einen angearbeiteten Schneidkopf mit hinterdrehter Schneide. Die beiden Schneidkanten arbeiten dadurch auch nach dem Nachschleifen stets frei. Das Nachschleifen wird durch eine besondere Schleiflehre erleichtert. Das Werkzeug hat sich auch zum Innengewindeschneiden gut bewährt. Die Hartex-Gewindebohrer der Hartex-Werkzeug-G. m. b. H., Berlin, Abb. 25 bis 27, sind für Trapez- und Kordelgewinde bestimmt und sollen die Anwendung mehrerer Gewindebohrer nacheinander umgehen oder ihre Zahl verringern. Die Zahnreihe, Abb. 25, schneidet jeweils das erste Zahndrittel und die eine Flanke, die Zahnreihe, Abb. 26, das zweite Zahndrittel ohne Flankenschnitt, die Zahnreihe, Abb. 27, das letzte Zahndrittel und die andre Zahnflanke. Hierdurch wird die Arbeit des Zerspanens eines Zahnes auf drei einander folgende Zähne verteilt, und infolge der geringen Schnittbreite ist die Wirkung der Zähne ähnlich wie bei Einstechstählen. Die Veränderungen großer Bohrer beim Härten werden gegebenenfalls durch Schleifen der Zahnflanken ausgeglichen. Es wurden Bohrer bis etwa 90 mm Dmr. hergestellt; grobe Gewinde bis etwa 40 mm Dmr. lassen sich noch von Hand schneiden, und zwar mit zwei Bohrern nacheinander. Eine etwas anders geartete Teilung des Gewindeprofils läßt der Exzentrik-Gewindebohrer herstellen, der vor einiger Zeit aufgetaucht ist und seine Wirkung durch eine exzentrische Ausbildung des Gewindes im Anschnitteil erzielen will.

Z24/529

Abb. 25 bis **27.** Hartex-Gewindebohrer.

Meßwerkzeuge.

Beim Mikrometer mit korrigierbarer Nullinie der Hommelwerke, Mannheim-Käfertal, ist die Spindelhülse in eine Anzahl schmaler Ringe aufgeteilt, die je nach Abnutzung der Gewindegänge einzeln verdreht werden können. Beim Messen springen also die gegeneinander verdrehten Teile des Nullstriches von einem auf den andern, was ein Mangel ist. Beim Mikrometer von Carl Mahr, Eßlingen a. N., wird die Nulllinie durch die eine Kante eines Einsatzstückes der Hülse dargestellt; zur Berichtigung wird dieses Einsatzstück herausgenommen und an der Kante nachgearbeitet; die andere Kante des Einsatzstückes paßt dann nicht mehr genau, was aber nicht sehr stört.

Die A.-G. vorm. Adolf Finz & Co., Nürnberg, baut eine einstellbare feste Rachenlehre, Patent Retterath. Die beiden Bolzen in einem Schenkel der Lehre werden hier auf gleiche axiale Lage eingestellt und mittels einer Bleiplombe befestigt, die sich einerseits in die nasenartige Erweiterung des Bügels, anderseits in die Riffelung der Bolzen eindrückt. Dann wird das Plus- und das Minusmaß durch Einlegen von Endmaßen eingestellt, worauf man die Meßbolzen in gleicher Weise durch Plombe befestigt. Um die Einstellung zu ändern, klopft man die Plombe mittels Durchschlages heraus. Es scheint angebracht, beim Plombieren der Lehre durch Zwingen oder dergl. die Anlage der Bolzen an den Endmaßen zu sichern, damit sich die Berührung durch das Eindrücken der Plombe nicht verschlechtert. Die beiden Bolzen des einen Schenkels könnten übrigens auch fest sein.

Carl Mahr, Eßlingen a. N., und Hahn & Kolb, Stuttgart, stellen Innenmeßwerkzeuge für nicht zu kleine Bohrungen her, bei denen die zentrale Lage durch zwei Bogenstücke und einen Zentrierstift gewährleistet und der kleinste Wandabstand durch Schwenken des Werkzeugschaftes bestimmt wird; den Ausschlag zeigt eine Meßuhr. Mahr verwendet auch Toleranzmarken auf der Teilung der Meßuhren. [B 295]

Die Wasserbewegung beim Betriebe von Kammerschleusen[1].

Von Regierungs- und Baurat Dr.-Ing. B. Schumacher, Duisburg-Meiderich.

Im folgenden ist der meist vorliegende Fall behandelt, daß eine Schleuse Umlaufkanäle hat, und angenommen, daß die Höhen des Ober- und Unterwasserspiegels unverändert bleiben, sowie daß sich der Spiegel in der Schleusenkammer mit allenthalben gleicher Wassertiefe ändert. Es werden Gleichungen für die Wasserbewegung aufgestellt, die die Reibung unberücksichtigt lassen, und solche, die sie wachsend mit dem Quadrat der Geschwindigkeit voraussetzen. Dann ist der Ausfluß aus Sparbecken dargestellt. Zur Vereinfachung ist zunächst angenommen, daß der Umlauf voll in die Schleusenkammer mündet. In einem besonderen Abschnitt wird die Einwirkung vieler Ausflußöffnungen auf die gesamte Wasserführung behandelt. Zum Schluß werden die Ergebnisse der Ableitungen mit denen von Versuchen verglichen.

Beim Schleusen kann zwischen einer ursprünglichen und einer von dieser abhängigen Wasserbewegung unterschieden werden. Die ursprüngliche Bewegung besteht im Zufließen des Wassers vom Oberwasser durch die Umläufe in die Schleusenkammer sowie im Abfließen des Wassers aus der Schleusenkammer ins Unterwasser infolge des Öffnens der Schützen. Bei der von der ursprünglichen abhängigen Wasserbewegung betrachtet man allein die Strömungen in der Schleusenkammer während des Schleusens mit der Absicht, aus der Ausbildung der Wasseroberfläche und der Verteilung der Wassergeschwindigkeit über die Wassertiefe Rückschlüsse auf die Brauchbarkeit der Ein- und Auslaßvorrichtungen zu ziehen. Diese Wasserbewegung ist u. a. von K r e y[2]) behandelt worden. Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen ist die ursprüngliche Wasserbewegung.

Zur Berechnung der Schleusungsdauer einer Schleuse mit der Kammergrundfläche F_2, der Querschnittfläche der Umläufe F_1 unter dem Einfluß der Erdbeschleunigung g und des Reibungsbeiwertes k wird die Formel, „Hütte" Jahrg. 1911 Bd. 3 S. 579, angewandt:

$$t = \frac{2\,F_2}{k\,F_1\sqrt{2\,g}}\,(H^{1/2} - h^{1/2}) \quad \text{. . . . . (1),}$$

die die Schleusungszeit t ergibt, während der sich das Schleusengefälle von der zu Beginn vorhandenen Druckhöhe H auf die Höhe h vermindert hat.

Gl. (1) ist aber nur eine Näherungsformel von beschränktem Gültigkeitsbereich, was man aus folgendem erkennt: durch Differentiieren der Gl. (1) folgt

$$\frac{d\,h}{d\,t} = -k\,\frac{F_1}{F_2}\sqrt{2\,g\,h} \quad \text{. . . . . (2).}$$

Die Anwendung der dynamischen Grundgleichung (Masse mal Beschleunigung gleich wirkender Kraft) auf die als geschlossene gefüllte Rohrleitungen aufzufassenden Umläufe mit dem Querschnitt F_1 und der Wassergeschwindigkeit v_1 für den Zeitraum von 1 s ohne Berücksichtigung der Reibung ergibt

$$\frac{\gamma}{g}\,(F_1\,v_1)\,\frac{d\,v_1}{d\,t} = F_1\,h\,\gamma \quad \text{. . . . . (3),}$$

worin also $F_1\,v_1$ ein Volumen bedeutet. Nach Gl. (3) ist

$$\int v_1\,d\,v_1 = \int g\,h\,d\,t.$$

Sowohl der Zufluß vom Oberwasser wie der Abfluß ins Unterwasser bewirken eine stetige Änderung des Gefälles h mit der Zeit t. Setzt man trotzdem stationäre Strömung, also Unabhängigkeit des Gefälles von der Zeit, voraus, so wird

$$\frac{v_1^2}{2} = g\,h\int_0^1 d\,t = g\,h \quad \text{. . . . . (4),}$$

da die Betrachtung sich nur auf den Zeitraum einer Sekunde bezieht. Hiernach ist $v_1 = -\sqrt{2\,g\,h}$.

Für sehr langsame Gefälländerungen wird man während einer kurzen Zeit Gl. (4) annähernd als richtig hinnehmen können, weil der stationäre Zustand bei unendlich langsamer Gefälländerung eintritt. So kommt man zu der Darstellung

$$\frac{d\,h}{d\,t} = -\,\delta\sqrt{h} \quad \text{. . . . . (5).}$$

Setzt man noch $t = 0$ für $h = H$, so wird

$$t = \delta_1\,(H^{1/2} - h^{1/2}) \text{ grundsätzlich gleich (1) . . . . (6).}$$

Gl. (1) gilt also nur für unendlich große Schleusen. Je geringer die Änderung des Gefälles, je kleiner $\frac{F_1}{F_2}$ wird, um so bessere Näherungswerte folgen aus (1). Es ist aber nicht schwierig, an Stelle der Formel (1) eine im folgenden abgeleitete genaue Rechnung zu setzen.

[1]) Auszug aus einer der Technischen Hochschule in Aachen vorgelegten Doktordissertation. Der zweite Teil „Darstellung der Wasserströmung in einem mit Stichkanälen versehenen Umlaufkanal bei Kammerschleusen" erscheint in der Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik.

[2]) Zentralblatt der Bauverwaltung Bd. 34 (1914) S. 333 u. f.

Ableitungen.

a) Bezeichnungen.

Es bedeutet:

H das Schleusengefälle in m bei Beginn des Vorgangs,
h die augenblickliche Druckhöhe in m,
F_1 den Querschnitt des Umlaufs in m²,
v_1 die Wassergeschwindigkeit im Umlauf in m/s,
F_2 die Größe des Wasserspiegels in der Schleusenkammer, als unveränderlich von der Höhe vorausgesetzt, in m²,
v_2 die Wassergeschwindigkeit in der Schleusenkammer in m/s,
L die Länge des Umlaufs in m,
k einen Widerstandsbeiwert in s/m,
t die Zeit in s.

Weitere Bezeichnungen folgen im Laufe der Rechnung.

b) Die Reibung wird vernachlässigt.

Ohne Berücksichtigung der Reibung wirken bei offenen Schützen auf das Wasser in den Umläufen als äußere Kräfte Wasserdruck und Gewicht. Die dynamische Grundgleichung für die (wagerechten) Umläufe aufgestellt lautet, wenn γ das Einheitsgewicht des Wassers, Z die Wassertiefe oberwasserwärts, z die Tiefe unterwasserwärts ist, Abb. 1:

Abb. 1. Versuchsanordnung zum Messen der Wasserbewegung von Schleusenkammern unter Vernachlässigung der Reibung.

$$L\,F_1\,\frac{\gamma}{g}\,\frac{d\,v_1}{d\,t} = F_1\,(\gamma\,Z - p) \quad \text{. . . . . (7).}$$

Auf die Schleusenkammer bezogen, ergibt die dynamische Grundgleichung

$$F_2\,\frac{\gamma}{g}\,\frac{d\,(v_2\,z)}{d\,t} = F_2\,(p - \gamma\,z) \quad \text{. . . . . (8).}$$

Da

$$F_1\,v_1 = F_2\,v_2;\ \frac{F_2}{F_1} = \alpha;\ \frac{L}{g} = \beta \quad \text{. . . . . . . (9),}$$

ist nach (7) und (8)

$$(\alpha\,L + z)\,\frac{d\,v_2}{d\,t} + v_2^2 = g\,h \quad \text{. . . . . (10).}$$

z kann im allgemeinen unbedenklich gegen $\alpha\,L$ und v_2^2 gegen den ersten Summanden von Gl. (10) vernachlässigt werden. Ist in Einzelfällen die Berücksichtigung dieser Größen nötig, so steht dem nichts im Wege (vgl. auch c). Mit diesen Vernachlässigungen wird

$$\alpha\,\beta\,\frac{d\,v_2}{d\,t} = h \quad \text{. . . . . (11).}$$

Es ist

$$v_2\,d\,t = -\,d\,h \quad \text{. . . . . (12),}$$

daher

$$\frac{d^2\,h}{d\,t^2} = -\,\frac{h}{\alpha\,\beta} \quad \text{. . . . . (13).}$$

Das Integral dieser Differentialgleichung ist mit $a = \sqrt{\frac{1}{\alpha\,\beta}}$

$$h = A_1\cos a\,t + A_2\sin a\,t \quad \text{. . . . . (14).}$$

Eine Grenzbedingung wird durch die Festsetzung bestimmt, daß zurzeit $t = 0$ $h = H$ sein soll. Die zweite Bedingung folgt aus der Anfangsgeschwindigkeit der Strömung, die annähernd bekannt ist. Bei sehr großer Schützengeschwindigkeit ist es berech-

tigt, anzunehmen, daß die Umlauföffnungen plötzlich in voller Größe dem Abfluß freigegeben werden. Dann ist die Geschwindigkeit des Wassers im Umlauf und in der Schleusenkammer beim Beginn der Strömung null, und es wird

$$h = H \cos \frac{1}{\sqrt{\alpha \beta}} t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (15).$$

Ohne Einwirkung der Reibungskräfte vollzieht sich die Wasserbewegung demnach als harmonische Schwingung. Gl. (15) beschreibt die Grundform der Strömung, die durch den Einfluß der Reibung zwar ganz wesentlich verändert, aber nicht beseitigt wird.

c) Die Widerstände wachsen mit dem Quadrate der Geschwindigkeit.

Die langjährigen Beobachtungen in allen Zweigen des Wasserbaues haben ergeben, daß man in geschlossenen Leitungen zuverlässig die Widerstände des Wassers etwa verhältnisgleich dem Quadrate der Geschwindigkeit ansetzen kann. Mit der Festsetzung (12) und den gleichen Vernachlässigungen wie oben ergibt sich die dynamische Grundbeziehung

$$\frac{L}{g} \frac{d v_1}{d t} = h - k v_1^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

$$\frac{d^2 h}{d t^2} - \frac{\alpha k}{\beta} \left(\frac{d h}{d t}\right)^2 + \frac{h}{\alpha \beta} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots (17).$$

Weil

$$\frac{d^2 h}{d t^2} = \frac{d}{d h}\left(\frac{d h}{d t}\right) \frac{d h}{d t} = \frac{1}{2} \frac{d}{d h}\left(\frac{d h}{d t}\right)^2,$$

geht durch die Ersatzgrößen

$$\frac{d h}{d t} = r s$$

Gl. (17) in die Gleichung

$$r s^2 \frac{d r}{d h} + r^2 s \frac{d s}{d h} - \frac{\alpha k}{\beta} r^2 s^2 + \frac{h}{\alpha \beta} = 0$$

über, die durch Spaltung in

$$r^2 \left(s \frac{d s}{d h} - \frac{\alpha k}{\beta} s^2\right) = 0 = r s^2 \frac{d r}{d h} + \frac{h}{\alpha \beta}$$

integriert wird und

$$s = e^{\frac{\alpha k}{\beta} h}$$

$$r = -\frac{1}{\alpha} \sqrt{\frac{h}{k} e^{-\frac{2 \alpha k}{\beta} h} + \frac{\beta}{2 \alpha k^2} e^{-\frac{2 \alpha k}{\beta} h} + \frac{2 C_0}{\alpha \beta}}$$

ergibt. Hiernach wird

$$\frac{d h}{d t} = -\frac{1}{\alpha} \sqrt{\frac{h}{k} + \frac{\beta}{2 \alpha k^2} + \frac{2 C_0}{\alpha \beta} e^{\frac{2 \alpha k}{\beta} h}} \quad \ldots\ldots (18),$$

wo C_0 der Integrationsbeiwert ist.

C_0 folgt aus der Anfangsgeschwindigkeit. Über diese können wir wie vorher zwei Voraussetzungen machen:

1) bei langsam geöffneten Schützen ist nach Gl. (2)

$$v_1 = \sqrt{2 g (H - k v_1^2)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

für $h = H$. Daraus folgt dann

$$\frac{d h}{d t} = -\frac{1}{\alpha} \sqrt{\frac{h}{k} + \frac{\beta}{2 \alpha k^2} + \left(\frac{2 g H}{1 + 2 g k} - \frac{H}{k} - \frac{\beta}{2 \alpha k^2}\right) e^{\frac{2 \alpha k}{\beta}(h - H)}} \quad (20).$$

2) Bei plötzlich geöffneten Schützen ist $\frac{d h}{d t} = 0$ für $h = H$, woraus folgt

$$\frac{d h}{d t} = -\frac{1}{\alpha} \sqrt{\frac{h}{k} + \frac{\beta}{2 \alpha k^2} - \left(\frac{H}{k} + \frac{\beta}{2 \alpha k^2}\right) e^{\frac{2 \alpha k}{\beta}(h - H)}} \quad \ldots (21).$$

Diese beiden Werte (20) und (21) unterscheiden sich aber nur im Anfang der Bewegung in der Umgelung von $h = H$ beträchtlich voneinander, wie sogleich gezeigt werden wird. Der Verlauf der Bewegung ist also von der Annahme über den Anfangszustand unabhängig. Dies ist wesentlich, weil unsere Annahmen nur recht grobe Näherungen sind.

Die Wurzeln in (20) und (21) haben negatives Vorzeichen, da die Geschwindigkeit in der Schleusenkammer mit abnehmendem h nur negativ sein kann. Die weitere Integration von (20) und (21) in geschlossener Form ist nicht möglich. Immerhin ist die Wassergeschwindigkeit in den Umläufen und in der Schleusenkammer geschlossen dargestellt. Die Linie der Änderung der Druckhöhe erhält man aus Gl. (20) und (21) unmittelbar, wenn $d h$ und $d t$ durch Differenzen Δh und Δt ersetzt werden.

Es sollen jetzt die Radikanden von (20) und (21) unte sucht und dadurch das Ergebnis über die Unabhängigkeit der B wegung vom Anfangszustand bewiesen werden. Es soll nämli gezeigt werden, daß in beiden Fällen

$$\frac{d h}{d t} = -\frac{1}{\alpha} \sqrt{\frac{h}{k} + \frac{\beta}{2 \alpha k^2}} \quad \ldots\ldots\ldots (22)$$

gesetzt werden kann.

Beide Radikanden in Gl. (20) und (21) sind $< \frac{h}{k} + \frac{\beta}{2 \alpha k}$ derjenige von (21) ist der kleinere. Wir brauchen uns also nu mit diesem zu beschäftigen. Es ist aber

$$\frac{h}{k} + \frac{\beta}{2 \alpha k^2} - \left(\frac{H}{k} + \frac{\beta}{2 \alpha k^2}\right) e^{\frac{2 \alpha k}{\beta}(h - H)}$$

$$= \left(\frac{h}{k} + \frac{\beta}{2 \alpha k^2}\right) \left(1 - \frac{\left(H + \frac{\beta}{2 \alpha k}\right) e^{-\frac{2 \alpha k}{\beta} H}}{\left(h + \frac{\beta}{2 \alpha k}\right) e^{-\frac{2 \alpha k}{\beta} h}}\right).$$

Nun ist bei allen Ausführungen von Schleusen die Zahl $\frac{2 \alpha k}{\beta}$ sehr groß. Der Nenner in der Klammer nimmt mit wachsende positivem h ab, hat also mindestens den Wert des Zählers. F Werte h, die nur wenig kleiner sind als H, ist aber der Nenn schon bedeutend größer als der Zähler. Wird nämlich etw $h = H - \frac{\beta}{2 \alpha k}$ genommen $\left(\frac{\beta}{2 \alpha k}\right.$ ist klein gegen $\left.H\right)$, dann wi

$$\frac{\left(H + \frac{\beta}{2 \alpha k}\right) e^{-\frac{2 \alpha k}{\beta} H}}{\left(h + \frac{\beta}{2 \alpha k}\right) e^{-\frac{2 \alpha k}{\beta} h}} = \left(1 + \frac{\beta}{2 \alpha k H}\right) \frac{1}{e} \sim \frac{1}{3}.$$

Die Klammer ist also für alle Werte h, die nicht ganz dicht bei liegen, wesentlich gleich 1. Das sollte bewiesen werden.

Aus dieser Betrachtung ergibt sich auch, daß für $h = 0$ c Radikand noch positiv ist. Das bedeutet, daß das Wasser in c Kammer, wenn es die Höhe des Oberwassers erreicht hat, no über dieses Niveau steigt, daß also eine Schwingung stattfind.

Mit dem Näherungswert (22) ergibt sich

$$t = (4 \alpha^2 k H + 2 \alpha \beta)^{1/2} - (4 \alpha^2 k h + 2 \alpha \beta)^{1/2} \quad \ldots$$

Der Scheitel dieser Parabel liegt bei

$$h_0 = -\frac{\beta}{2 \alpha k} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots$$

ein Wert, der gleichzeitig die Größe des ersten Ausschlages d Schwingung zur Zeit $t = (4 \alpha^2 k H + 2 \alpha \beta)^{1/2}$ bezeichnet. Mit wachsender Umlaufgröße, abnehmender Schleusenkammerfläche und abnehmender Reibung wächst der erste Ausschlag.

Die Ergebnisse aus Gl. (23) stimmen, da H groß gegen $\frac{\beta}{2 \alpha k}$ ist, praktisch mit denen aus Gl. (1) überein.

Dem auf den ersten Ausschlag folgenden Teil der Abflu linie bis zur Vollendung der zweiten Schwingung entsprechen e Festsetzungen

$$-v_2 = -\frac{d h}{d t}, \beta \frac{d v_1}{d t} = -h + k v_1^2 \quad \ldots\ldots$$

und

$$\frac{d^2 h}{d t^2} - \frac{\alpha k}{\beta} \left(\frac{d h}{d t}\right)^2 + \frac{h}{\alpha \beta} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots$$

Für

$$\frac{d h}{d t} = +\frac{1}{\alpha} \sqrt{\frac{h}{k} + \frac{\beta}{2 \alpha k^2} + \frac{2 C_1}{\alpha \beta} e^{\frac{2 \alpha k}{\beta} h}} \quad \ldots\ldots$$

ist die Grenzbedingung $\frac{d h}{d t} = 0$ bei $h_0 = \frac{\beta}{2 \alpha k}$. Demnach ist mi

$$C_1 = -\frac{\beta}{2 e k^2}$$

$$\frac{d h}{d t} = +\frac{1}{\alpha} \sqrt{\frac{h}{k} + \frac{\beta}{2 \alpha k^2} - \frac{\beta}{\alpha k^2} e^{\frac{2 \alpha k}{\beta} h - 1}} \quad \ldots$$

Die Höhe des zweiten Ausschlages gibt die Beziehung

$$\alpha k h + \frac{\beta}{2} = \beta e^{\frac{2 \alpha k}{\beta} h - 1} \quad \ldots\ldots$$

Die Fortsetzung der h-Linie über den zweiten Aussch hinaus bietet nach den vorstehenden Erörterungen keine Schw rigkeiten.

Mit der Wirklichkeit stimmt das Auftreten von Schwingun-
gen mit geringem Ausschlag überein. Denn ein letztes Überwallen
les Wassers läßt sich in vielen Fällen beobachten, wenn auch
ine einwandfreie Messung bei der Geringfügigkeit der Erschei-
nung wegen der Schwankungen des Wasserspiegels in der Schleu-
enkammer, wegen der Oberflächenwellen und der Wellenbewe-
gungen im Außenwasser nicht möglich ist. Hinzu kommt, daß
ie Schleusentore nur oberwasserwärts kehren und bei Überdruck
om Unterwasser her leicht nachgeben und undicht werden. Für
ie Anwendung wird man deshalb die Abflußlinie nur bis zum
rsten Schnittpunkt mit der Ruhelage ($h = 0$) zu rechnen haben.
Vird $h = 0$ in Gl. (1) gesetzt, so ergibt sich eine im Vergleich
nit Beobachtungen zu lange Schleusungsdauer und man begnügt
ich bisher in der Rechnung damit, die Bewegung schon dann als
bgeschlossen hinzunehmen, wenn nach Gl. (1) die Druckhöhe
uf $h = 0{,}1$ m abgenommen hat. Dagegen wird im Betriebe zur Scho-
ung der Antriebmaschinen regelmäßig die volle Ausspiegelung
bgewartet; trotzdem ist die Zeitdauer, die zum Ausgleich des
etzten Dezimeters gebraucht wird, nicht unverhältnismäßig lang.
Die Erklärung dieses Widerspruches zwischen üblicher Rechnung
nd tatsächlicher Handhabung liegt in den vorstehenden Ent-
wicklungen (24). Das Ausspielungsmaß von 0,1 m, das bei Ent-
wurfsbearbeitungen besonders von Sparschleusen mehrfach nach-
eilig wiederkehrt, kann ohne Bedenken gleich 0 gesetzt werden.

Diese Darlegungen gelten sowohl für das Füllen als auch
ür das Leeren der Schleusenkammer.

d) Der Ausgleich zwischen Sparbecken und Schleusenkammer.

Bezeichnet man mit F_4 die Wasseroberfläche des Spar-
eckens, unabhängig von der Höhe im Becken vorausgesetzt, nennt
nan ferner v_4 die Geschwindigkeit, mit der dieser Wasserspiegel
teigt und fällt, Abb. 2, so ist

$$F_1 v_1 = F_4 v_4 = F_2 v_2 \quad \ldots\ldots\ldots (30),$$

$$v_2 \, d t + v_4 \, d t = - d h ; \; \frac{F_2 F_4}{F_1 (F_2 + F_4)} = \varepsilon \quad \ldots (31),$$

$$\frac{d^2 h}{d t^2} = - \frac{h}{\beta \varepsilon} \quad \ldots\ldots\ldots (32).$$

Mit den Bedingungen $h = H$ und $\frac{d h}{d t} = 0$ zur Zeit $t = 0$ ist
hne Berücksichtigung der Reibung

$$h = H \cos \sqrt{\frac{1}{\beta \varepsilon}} \, t \quad \ldots\ldots\ldots (33).$$

Für $F_2 = F_4$ ist $\varepsilon = \frac{\alpha}{2}$ und $h = H \cos \sqrt{\frac{2}{\alpha \beta}} \, t$. Die Schwin-
ungsdauer hat gegen Gl. (15) auf $\frac{1}{\sqrt{2}}$ abgenommen, wenn die
Dauer nach Gl. (15) zu 1 gesetzt wird.

Gl. (20) entspricht

$$\frac{d h}{d t} = - \frac{1}{\varepsilon} \sqrt{\frac{h}{k} + \frac{\beta}{2 \varepsilon k^2} + \left(\frac{2 g H}{1 + 2 g k} - \frac{H}{k} - \frac{\beta}{2 \varepsilon k^2} \right) e^{\frac{2 \varepsilon k}{\beta} (h - H)}} \quad (34).$$

Mit $\varepsilon = \frac{\alpha}{2}$ und Vernachlässigung des Summanden mit der
xponentialfunktion wird $\frac{d h}{d t} = - \frac{2}{\alpha} \sqrt{\frac{h}{k} + \frac{\beta}{\alpha k^2}}$.

e) Der Einfluß der Stichkanäle.

Die gesamte Strömung durch den Umlauf und die Stichkanäle
ann in die selbständige Bewegung durch so viele voneinander un-
bhängige Stromfäden aufgelöst werden, wie Stichkanäle vorhan-
en sind. Auf jeden Stromfaden treffen die Untersuchungen
nter *a* bis *d* zu.

Die Stichkanäle sind vom Anfang des Umlaufs verschieden
weit entfernt; das von ihnen geförderte Wasser hat daher ver-
chiedene Widerstände zu überwinden und der Anteil jedes Kanals
n der gesamten Wasserförderung ist nicht gleich.

Bezeichnet $F_{1_s} v_{1_s}$, $F_{2_s} v_{2_s}$ Querschnitt und Geschwindigkeit
er Stichkanäle 1 und 2, wird $\frac{F_2}{F_{1_s}} = \eta_1$, $\frac{F_2}{F_{2_s}} = \eta_2$ gesetzt, so ist

$$F_2 \, d h = (v_{1_s} F_{1_s} + v_{2_s} F_{2_s} + \cdots + v_{n_s} F_{n_s}) \, d t \quad \ldots (35).$$

Der beim Einströmen in die Schleusenkammer zunächst lie-
ende Stichkanal ist beim Ausströmen am weitesten von der freien
ffnung entfernt. Aus diesem Grunde ist bei allen Schleusen

$$F_{1_s} = F_{2_s} = \cdots = F_s \text{ und } \eta_1 = \eta_2 = \cdots = \eta .$$

Gl. (20), mehrfach angewandt, ergibt

$$\frac{d h}{d t} = - \frac{1}{\eta} \left[\sqrt{\frac{h}{k_1} + \frac{\beta}{2 \eta k_1^2} + \left(\frac{2 g H}{1 + 2 g k_1} - \frac{H}{k_1} - \frac{\beta}{2 \eta k_1^2} \right) e^{\frac{2 \eta k_1}{\beta} (h - H)}} \right.$$
$$+ \sqrt{\frac{h}{k_2} + \frac{\beta}{2 \eta k_2^2} + \left(\frac{2 g H}{1 + 2 g k_2} - \frac{H}{k_2} - \frac{\beta}{2 \eta k_2^2} \right) e^{\frac{2 \eta k_2}{\beta} (h - H)}}$$
$$+ \cdots$$
$$\left. + \sqrt{\frac{h}{k_n} + \frac{\beta}{2 \eta k_n^2} + \left(\frac{2 g H}{1 + 2 g k_n} - \frac{H}{k_n} - \frac{\beta}{2 \eta k_n^2} \right) e^{\frac{2 \eta k_n}{\beta} (h - H)}} \right] \quad (36).$$

Beobachtungen an der dritten Schleuse des Abstiegs bei Niederfinow[1]).

Der Ablauf der Wasserbewegung wurde zunächst an der
dritten Schleuse des Abstiegs bei Niederfinow im Zuge des Hohen-
zollernkanals durch eine Reihe von Versuchen festgestellt. Die
Schleuse mit einer Kammerfläche von im Mittel 720 m² ist als
Sparschleuse mit drei offenen Sparbeckenpaaren von im Mittel je
814 m² Größe ausgebildet. In den Seitenmauern sind in ganzer
Länge Umläufe von je 3,43 m Querschnitt und 2,1 m Höhe aus-
gespart, die Verbindung mit der Schleusenkammer stellen zwölf
gleichmäßig verteilte Stichkanäle von 0,58 m Dmr. und 2 m Länge
bei einem Zwischenraum von 3,2 m her. Der Umlauf mündet
zum Oberwasser hin in einen Schacht von 3 m Dmr., der zum Ein-
lassen des Wassers mit einer Zylinderschütze versehen ist. Gegen

Abb. 2. Anordnung zum Messen des Ausgleiches zwischen Sparbecken und Schleusenkammern.

das Unterwasser kann der Umlauf durch eine Segmentschütze ab-
geschlossen werden. Die Entfernung der Mitte des ersten Stichkanals
vom Mittelpunkte des Schachtes im Oberhaupt beträgt 19,20 m; die
Mitte des letzten Stichkanals ist von der Mündung des Umlaufs
ins Unterwasser 29 m entfernt. Umlauf und Stichkanal sind mit
Klinkern verblendet. Die Wassertiefe auf dem Oberdrempel beträgt
4 m, im Unterhaupt 3 m. Die Schleuse hatte am Tage der Messung
ein Gefälle von 8,92 m. Den Wasserausgleich zwischen Spar-
becken und Umlauf vermitteln Kanäle von 2 m Dmr., die auf
Sparbeckenhöhe durch Zylinderschützen abgeschlossen sind. Sie
stehen frei in der Wasserfläche, was für den Wassereintritt gün-
stig ist. Alle Stichkanäle münden rechtwinklig mit abgerundeten
Kanten in den Umlauf.

Die Verschlüsse der Schleuse werden durch Elektromotoren
angetrieben, die den Hub durch selbsttätige Endausschalter be-
grenzen. Die Endstellung wird bei der Segmentschütze in 20 s 1,7 m
über der Umlaufsohle, bei der Oberschütze nach 21 s 0,5 m über Tor-
kammersohle, bei den Zylinderschützen der Sparbecken nach 10 s
0,4 m über der Sitzfläche erreicht.

In der Schleusenkammer wurde an den Sprossen der Steig-
leitern, deren Teilung von 0,25 m hinreichend genau ist, die Ände-
rung des Wasserspiegels beobachtet. Im Sparbecken wurden je
10 cm an einer mit 5 cm-Teilung versehenen Peilstange abgelesen.

Alle beobachteten Linien weisen durchweg Wellenbildungen
auf, deren Entstehen durch Beschleunigungskräfte, Längsströmun-
gen in der Schleuse und durch die im Oberwasser und Unter-
wasser wegen der sehr kurzen Haltungen hohen Wellen hin-
reichend erklärt werden kann; die schwach gekrümmte Form
der als Mittel aus den Beorbachtungen dargestellten Linien ist
ersichtlich. Die Sparbeckenlinie ist aus Beobachtungen beim Be-
triebe des mittleren Sparbeckens gewonnen worden. Die Wasser-
spiegeländerung beim Einlassen des Wassers aus der Kammer
ins Becken ist schwierig festzustellen, weil die aus dem frei-
gegebenen Schützenquerschnitt geschlossen hervorstürzenden Was-
sermassen unregelmäßige kurze Wellen erzeugen. Die Schluß-
zeit stimmt mit der des umgekehrten Vorganges hinreichend
überein.

[1]) Vergl. Zeitschr. f. Bauwesen Jahrg. 1913 S. 473/74. Atlas Bl. 68 u. f.).

Obgleich durch die Zylinderschütze fast der 1,4fache Umlaufquerschnitt freigegeben wird, während die Segmentschütze noch 0,4 m in den Umlauf hineinragt, übertrifft die Gesamtdauer des Ausgleichs zwischen Oberwasser und der Schleusenkammer die Dauer der Entleerung der Kammer.

Berechnung der Widerstände.

Zur Auswertung der Versuchsergebnisse ist die Bestimmung der beim Wasserabfluß auftretenden Widerstände erforderlich. Es werden unterschieden Widerstände zur Berücksichtigung der Ein- und Ausströmverluste sowie der Wandreibung in den Stichkanälen h_{k_a}, Widerstände durch Wandreibung im Umlauf h_{k_b}, Widerstände bei Richtungsänderungen des Umlaufs h_{k_c} und Druckverluste in den Schützen h_{k_d}. Die Widerstände treten in der gebräuchlichen Form $h_w = k\,v^2$ als Druckhöhenverluste auf. Die Widerstandszahlen k_a, k_b, k_c, k_d sind zu ermitteln.

Der Beiwert zur Bestimmung der Wandreibung in den Stichkanälen und im Umlauf wird nach den zahlreichen langjährigen Beobachtungen beim Betriebe der Druckstollen von Wasserkraftanlagen zu

$$k = \frac{L\lambda}{8\,R\,g} = \frac{L\lambda}{2\,d\,g} \quad \ldots\ldots\ldots\ (37)$$

angenommen, worin L die Länge der durchflossenen Leitung, R der Profilhalbmesser des Querschnitts F_1 mit dem Umfange U_1; $R = \frac{F_1}{U_1}$, d die Lichtweite einer kreisförmigen Leitung, g die Erdbeschleunigung, λ der Widerstandswert ist, der bei den glatten Wandungen der Umläufe und Stichkanäle 0,016 beträgt.

Abb. 3. Entleeren der Schleusenkammer ins Unterwasser.

Die Widerstände in Krümmungen des Strahles sind nach „Hütte" 1911 Bd. 1 S. 299 zu setzen:

$$h_{k_c} = \zeta\,\frac{v^2}{2\,g} = k_c\,v^2;\ k_c = \frac{\zeta}{2\,g} \quad \ldots\ldots\ (38).$$

Für ζ gelten die Beobachtungswerte der dort angegebenen Zusammenstellungen.

Demnach ist

$$k_a = \frac{L \cdot 0{,}016}{2\,d\,g} + 0{,}0125 \quad \ldots\ldots\ldots\ (39)$$

und

$$k_b = \frac{L\,U_1 \cdot 0{,}016}{8\,F_1\,g} \quad \ldots\ldots\ldots\ (40).$$

Zur Bestimmung des Widerstandes einer Zylinderschütze kann folgende Überlegung dienen. Wird der Zylinder so hoch gezogen, daß durch weiteres Anheben eine Steigerung der Abflußmenge nicht erreicht wird, so verschwindet der Einfluß der Schütze. Durch eine Bewegung gegen den Sitz werden die vorher ungestörten Stromlinien eingeschnürt. Die Einschnürung und die kurzen Krümmungen und Gegenkrümmungen der Stromfäden kennzeichnen die Wirkungsweise der Zylinderschütze im wese lichen. Bei gleicher Öffnungsweite wird die Rollkeil- oder e Segmentschütze einen geringeren Widerstand zeigen müssen, a die Stromlinien nur einseitig eingeschnürt und zusammengedrä t werden. Außer dem die Schützenart bezeichnenden Festwerte m die Änderung der Geschwindigkeit beim Übergang vom Uml f zur Öffnungsweite der Schütze berücksichtigt werden. Ist der Umlaufquerschnitt, d der Durchmesser der Zylinderschüt h_1 dessen nutzbare Hubhöhe, so kann, um die Beobachtungserg nisse mit der Nachrechnung in hinreichende Übereinstimmung a bringen,

$$k_{d_1} = 0{,}1\left(\frac{F_1}{\pi\,d\,h_1}\right)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ (\ldots$$

gesetzt werden.

Für Rollkeil- oder Segmentschützen von der Breite b d Umlaufs und der Hubhöhe h_2 dürfte gelten:

$$k_{d_2} = 0{,}05\left(\frac{F_1}{b\,h_1}\right)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ (\ldots).$$

Hierbei ist zu beachten, daß der Widerstand der Schütz führungen nicht verschwindet, wenn die Schütze nicht mehr i den Umlauf hineinragt. Ist h_2 gleich der Höhe des Umlaufs, o wird man mit einem unveränderlichen Beiwert gleich dem Zahl wert von Gl. (42) rechnen können.

Auslassen des Wassers aus der Schleusekammer ins Unterwasser unter Berücksichtigung des Einflusses der Stichkanäle.

Das Öffnen der Schützen dauert eine gewisse Zeit, Abb. während deren Gl. (20) nicht gilt, da deren Beiwerte als unv änderlich vorausgesetzt werden. Die Änderung des Wass spiegels während der Bewegung der Verschlüsse kann näherun weise durch Unterteilen der Öffnungsdauer in mehrere Z abschnitte ermittelt werden, für die die Druckhöhe als unveränd t vorausgesetzt und deshalb Gl. (19) verwendet werden kann. ergibt sich, daß nach den ersten 10 s der Wasserspiegel um 0,16 nach weiteren 10 s um weitere 0,31 m von 3,56 m auf 3,09 m üb Unterwasser gefallen ist. Für die folgende Rechnung t $k_a + k_c + k_d = 0{,}1407$; $k_{b_{s_1}} = 0{,}0553$. Die für alle Stichkanäle a gestellten Geschwindigkeitsgleichungen nach Gl. (20) lauten, we $\frac{d\,h_1}{d\,t}$, $\frac{d\,h_2}{d\,t}$, ⋯ für den ersten, zweiten, ⋯ Stichkanal gilt:

$$\frac{d\,h_1}{d\,t} = -\frac{1}{1363}\sqrt{7{,}07\,h + 0{,}0863 + (16{,}05 - 21{,}8 - 0{,}0863)\,e^{82\,(h - 3{,}0}}$$

$$\frac{d\,h_2}{d\,t} = -\frac{1}{1363}\sqrt{6{,}85\,h + 0{,}089 + (15{,}7 - 21{,}1 - 0{,}089)\,e^{85\,(h - 3{,}09)}}$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

$$\frac{d\,h_{11}}{d\,t} = -\frac{1}{1363}\sqrt{5{,}36\,h + 0{,}0497 + (13{,}0 - 16{,}6 - 0{,}0497)\,e^{108\,(h - 3{,}0}}$$

$$\frac{d\,h_{12}}{d\,t} = -\frac{1}{1363}\sqrt{5{,}23\,h + 0{,}0473 + (12{,}8 - 16{,}2 - 0{,}0473)\,e^{117\,(h - 3{,}0}}$$

Die zahlenmäßige Auswertung enthält Zahlentafel 1, we $v_2^{S_2}$ den Geschwindigkeitsbeitrag in der Schleusenkammer info des Abflusses durch den ersten Stichkanal bedeutet.

Mit der Hubzeit der Schütze von 20 s errechnet si nach Zahlentafel 1 die Dauer des Wasserabflusses bis zu ersten Durchgang durch die Gleichgewichtslage zu 165 Gemessen sind bis zum Abschluß des Vorganges im Mittel 175 Die Zeitdauer bis zur Vollendung des ersten Ausschlages ist na Gl. (23) 185 s. Die Summe der einzelnen h_0^s ist $h_0 = -0{,}0125$

Die vorstehende ins einzelne gehende Berechnung ersche für die meist überschläglichen Feststellungen bei der Entwur bearbeitung zu weitgehend. Eine brauchbare Näherung fin man durch Verwertung der Ergebnisse zu $v_2^{s_6}$, da der Stichkana etwa dem Mittel aller Widerstände unterliegt. Vervielfacht m die entsprechenden Werte der Zusammenstellung mit der Anza der 12 Stichkanäle, so erhält man

Zahlentafel 1. Zur Berechnung der gesamten Schleusungszeit aus den Einzelwerten.

h m	$v_2^{S_1}$ m/s	$v_2^{S_2}$ m/s	$v_2^{S_3}$ m/s	$v_2^{S_4}$ m/s	$v_2^{S_5}$ m/s	$v_2^{S_6}$ m/s	$v_2^{S_7}$ m/s	$v_2^{S_8}$ m/s	$v_2^{S_9}$ m/s	$v_2^{S_{10}}$ m/s	$v_2^{S_{11}}$ m/s	$v_2^{S_{12}}$ m/s	v_2 m/s	Δh m	Δ s
2,92	0,003 33	0,003 29	0,003 24	0,003 19	0,003 14	0,003 08	0,003 06	0,003 02	0,002 98	0,002 94	0,002 90	0,002 87	0,037 04	0,34	9,
2,50	0,003 09	0,003 04	0,003 00	0,002 95	0,002 91	0,002 87	0,002 83	0,002 80	0,002 76	0,002 72	0,002 69	0,002 56	0,034 22	0,50	14,
2,00	0,002 77	0,002 73	0,002 70	0,002 66	0,002 62	0,002 58	0,002 53	0,002 50	0,002 47	0,002 44	0,002 41	0,002 38	0,030 79	0,50	16,
1,50	0,002 40	0,002 35	0,002 32	0,002 29	0,002 26	0,002 23	0,002 20	0,002 17	0,002 14	0,002 11	0,002 09	0,002 06	0,026 62	0,50	18,
1,00	0,001 97	0,001 93	0,001 90	0,001 88	0,001 85	0,001 82	0,001 80	0,001 77	0,001 75	0,001 73	0,001 70	0,001 68	0,021 78	0,50	23,
0,50	0,001 40	0,001 37	0,001 35	0,001 33	0,001 31	0,001 29	0,001 27	0,001 26	0,001 24	0,001 23	0,001 21	0,001 20	0,015 46	0,50	32,
0,125	0,000 723	0,000 71	0,000 70	0,000 69	0,000 68	0,000 667	0,000 658	0,000 65	0,000 64	0,000 63	0,000 622	0,000 615	0,007 985	0,25	31,

für $h = 3{,}11$ 2,5 2,0 1,5 1,0 0,5 0,125
$v_2 = 0{,}0371$ 0,0338 0,0303 0,0263 0,0215 0,0151 0,00735

und für $h_0 = 0{,}0121$ m. Diese Genauigkeiten reichen vollständig aus; die Anwendung des Verfahrens ist für die folgenden Berechnungen der Schleusungsdauer zulässig.

Rechnet man außerdem nach Gl. (19) mit einer Schlußzeit von 232 s, so ergibt sich ein Fehler von 232 — 175 = 57 s entsprechend 32 vH.

Die Genauigkeit der zahlenmäßigen Auswertung von Gl. (20) zu vergrößern ist entbehrlich, weil die Zufälligkeiten und Vernachlässigungen, die in den Vorbemerkungen zu diesen Untersuchungen auseinander gesetzt sind, eine solche Größe erreichen, daß durch diese jene Verbesserungen aufgehoben würden und leicht der Eindruck einer größeren zahlenmäßigen Genauigkeit entstände, als diesen Überlegungen zukommt.

Füllen der Schleuse.

Unter der Einwirkung des zu Beginn vorhandenen Gefälles von 3,56 m steigt der Wasserspiegel nach den ersten 13 s des Schützenhubes um 0,19 m, nach weiteren 10 s bis zur Endstellung 0,31 m, nachdem in rd. 2 s zu Beginn der Bewegung die Schütze um 4 cm bis zur Höhe der Torkammersohle gehoben ist, ohne den Abfluß nennenswerter Wassermassen zuzulassen. Die Auswertung nach Gl. (23) ergibt eine Schlußzeit von 192 s. h_0 wird rechnungsmäßig — 0,00475 m. Die Messung ergab das Ende der Bewegung nach Verlauf von 200 s im Mittel.

Abfluß aus dem mittleren Sparbecken.

Die Zylinderschütze muß in 1 s um 5 cm bis auf die Höhe des Schützenschachtes gehoben werden, bevor größere Wassermengen abströmen können. Das zu Anfang der Bewegung vorhandene Gefälle von 3,36 m erzeugt ein Steigen des Spiegels in der Schleusenkammer von 3 cm nach 5 s Hub, von weiteren 14 cm nach 11 s. Rechnungsmäßig ist die Bewegung nach 121 s abgeschlossen bei $h_0 = -0{,}0085$ m. Beobachtet ist eine Schlußzeit von im Mittel 120 s.

Beobachtungen an der Nordschleuse II des Rhein-Herne-Kanals.

Eine zweite Versuchsreihe wurde an der Schleusengruppe II des Rhein-Herne-Kanals ausgeführt. Die allgemeine Baubeschreibung der Schleusen ist im Zentralblatt der Bauverwaltung, Bd. 34 (1914) S. 333 veröffentlicht. Die Schleusen haben kurze Umläufe nur zur Umgehung der Tore. Die Umläufe münden in voller Größe in die Schleusenkammer und in den Kanal. Durch den Ausschluß der Widerstände, die durch Stichkanäle entstehen würden, ist eine erwünschte Überprüfung der bisher gefundenen Ergebnisse zu erwarten. Der Ablauf der Bewegungen ist im allgemeinen ruhiger als bei der Schleuse bei Niederfinow, weil die Kammerfläche $F_2 = 1800\,\mathrm{m}^2$ die 2,5fache Größe jener Schleuse hat und im Oberhaupt F_1 im Mittel $10\,\mathrm{m}^2$, $L = 13$ m, im Unterhaupt $F_1 = 7{,}8\,\mathrm{m}^2$, $L = 17{,}5$ m sind. Die Schleuse ist im Oberhaupt mit elektrisch angetriebenen Zylinder- und im Unterhaupt mit ebensolchen Rollkeilschützen ausgestattet. Der Hub aller Schützen wird durch Endausschalter selbsttätig begrenzt.

Um möglichst verschiedene Verhältnisse herzustellen, wurde das Füllen wie das Entleeren der Schleusenkammer bei drei verschiedenen Schützenstellungen beobachtet.

Entleeren der Schleusenkammer.

a) Die Schütze wird in 37 s bei einem Schleusengefälle von 4,6 m um 0,99 m gehoben, Abb. 4.

Nach Gl. (19) ist nach den ersten 16 s der Schützenbewegung der Wasserspiegel in der Schleusenkammer um 7 cm, nach 37 s um weitere 26 cm gefallen. Für den weiteren Ablauf der Bewegung mit der Schütze in Endstellung werden nach Gl. (23) 487 s, zusammen 524 s gebraucht, denen eine Messungszeit von 570 s gegenübersteht. $h_0 = -0{,}015$ m.

b) Die Schütze wird bei einem Anfangsgefälle von 5,25 m in 55 s um 1,47 m gezogen, Abb. 5.

Während der Schützenbewegung fällt der Wasserspiegel in der Schleusenkammer nach 16 s um 7 cm, nach 37 s um 28 cm, ferner nach 55 s um 36 cm. In der Endstellung der Schütze vergehen noch 353 s bis zum Durchgang der Bewegung durch die Gleichgewichtslage. Insgesamt werden rechnungsmäßig 408 s gebraucht, beobachtet sind 435 s.

c) bei dem Anfangsgefälle von 5,25 m beträgt der Schützenhub 2,27 m in 85 s, Abb. 6.

Während der ersten 55 s ist das Gefälle auf 4,54 m gesunken, nach 85 s beträgt es noch 3,8 m. Die Gesamtdauer der Bewegung ist rechnungsmäßig 323 s, nach der Beobachtung 310 s.

Abb. 4.

Abb. 5.

Abb. 6.

Abb. 4 bis 6. Entleeren der Schleusenkammer ins Unterwasser. Vergleich zwischen Beobachtung und Reibung der Wasserspiegeländerungen an der Nordschleuse II des Rhein-Herne-Kanals.

Abb. 7. Füllen der Schleusenkammer aus dem Oberwasser.

Abb. 8. Sitz der Zylinderschütze.

Füllen d. Schleusenkammer. Beim Anheben der Zylinderschützen entsteht der für die Wasserbewegung verlorene Hub von 8 cm in 14 s, bis die Unterkante der Schütze die Höhe der Torkammersohle erreicht hat.

a) Schützenhub 35,6 cm in 62 s bei einem Gefälle von 4,55 m, Abb. 7.

Nach 38 s hat das Gefälle auf 4,43 m, nach 62 s auf 4,11 m abgenommen. Zur Berechnung der Öffnungsweite der Schütze ist der geringste Abstand von der Unterkante der Schütze bis zur Fläche des nach einem Kreise geformten Sitzringes in Betracht gezogen worden, Abb. 8. Der Abflußvorgang ist nach 650 s abgeschlossen, beobachtet sind 675 s; $h_0 = -0{,}0052$ m.

b) Schützenhub 57,5 cm in 100 s bei einem Gefälle von 4,65 m.

Der Wasserspiegel in der Kammer ist während des Hubes nach 38 s um 13 cm, nach 62 s um 32 cm, nach 100 s um 69 cm gestiegen. Die Gesamtdauer der Bewegung beträgt rechnungsmäßig 425 s, tatsächlich festgestellt sind 475 s.

c) Schützenhub 85 cm in 148 s bei 5,25 m Gefälle zu Beginn.

Bei der Einteilung der zum Anheben der Schütze verwandten Zeit in die Abschnitte bis 38, 62, 100, 148 s ergibt sich eine Minderung des Gefälles von 5,25 auf 5,12, 4,78, 4,04, 2,87 m. Die Bewegung ist nach 357 s rechnungsmäßig beendet. Die Beobachtung ergab 365 s.

Auch bei den letzten Versuchen tritt der erhebliche Strömungswiderstand der Zylinderschützen deutlich hervor. Während die Rollkeilschützen den vollen Umlaufquerschnitt von je 3,9 m² freigeben, dagegen durch die Zylinderschütze 5,4 m² bei einer mittleren Umlaufgröße von je 5 m² freigelegt werden, übertrifft trotzdem die Füllungszeit die Dauer der Entleerung der Schleuse.

Die zahlenmäßige Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung kann mit der Fehlergrenze von etwa ± 10 vH bei der Schwierigkeit der rechnerischen Bestimmung der Widerstände als befriedigend gelten. Die Form der berechneten Linien ist auch der der beobachteten hinreichend ähnlich. Daher werden die vorstehend angestellten Überlegungen zweckmäßig zusammen mit den Ergebnissen von Modellversuchen bei Entwurfsarbeiten besonders für außergewöhnliche Verhältnisse Verwendung finden können. Außer den praktischen Anwendungen dieser Erörterungen ist es nicht unwesentlich, mit den Grundlagen die Wasserbewegung beim Schleusen als Schwingung erkannt zu haben.

[B 235]

Grundlagen für die Messung hoher Temperaturen[1].

Auf der Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft am 30. Mai in Göttingen sprach Prof. Dr. Henning, Berlin, über die Grundlagen für die Messung hoher Temperaturen.

Oberhalb 1100 °C, d. h. in dem Bereich, wo die Gasthermometrie nicht mehr einen genügend hohen Grad von Genauigkeit aufweist, um als Grundlage für die praktische Bestimmung der Temperaturen zu dienen, knüpft die Bestimmung der Temperaturen an die aus dem Strahlungsgesetz von Wien-Planck folgende Gleichung der optischen Pyrometrie:

$$\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} = \frac{\lambda}{c} \ln \frac{H_2}{H_1}$$

an. Diese Beziehung ermöglicht, aus dem Helligkeitsverhältnis H_2/H_1 zweier schwarzer Körper von den absoluten Temperaturen T_2 und T_1 bei der gleichen Farbe (Wellenlänge λ) eine beliebige Temperatur T_2 abzuleiten, wenn außer der Ausgangstemperatur T_1 noch die Konstante c bekannt ist. Nach den Vorschriften der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ist für H_1 die Helligkeit des schwarzen Körpers bei der Temperatur des Goldschmelzpunktes $T = 1336°$ und für c der Wert 1,43 cm Grad zu setzen.

Bezüglich der Temperatur T_1 haben die maßgebenden Physiker aller Kulturländer bereits eine stillschweigende Übereinkunft getroffen. Für die Konstante c werden noch verschiedene Zahlenwerte angegeben, die indessen nur zwischen 1,430 und 1,435 schwanken. Durch diese Unterschiede wird die Berechnung von T_2 zwar nur wenig, aber systematisch beeinflußt, so daß eine einheitliche Annahme auch für die c-Werte dringend erwünscht ist. Der von der Reichsanstalt bevorzugte Wert 1,43 beruht auf sehr ausgedehnten Beobachtungen von Warburg und Müller und unterscheidet sich praktisch nicht von der Zahl, die man nach der Quantentheorie erhält, wenn man nach Planck $c = \frac{v^2 F}{R e} h$ setzt und für die Lichtgeschwindigkeit $v = 2{,}9989 \cdot 10^{10}$ cm/s, das elektrochemische Äquivalent $F = 9649{,}4$ abs. A s/Mol, das Plancksche Wirkungsquantum $h = 6{,}54 \cdot 10^{-27}$ Erg. s., die Gaskonstante $R = 8{,}313 \cdot 10^7$ Erg/Grad Mol. und das elektrische Elementarquantum $e = 4{,}774 \cdot 10^{-4}$ elektrostat. C. G. S. als die zur Zeit wahrscheinlichsten Beträge einführt. Diese Berechnung liefert $c = 1{,}4301$ cm Grad.

Das wichtigste Gerät zur optischen Temperaturmessung ist das Glühfadenpyrometer von Holborn und Kurlbaum. Dieses kann bisher nur mit einem schwarzen Körper geeicht werden, der zu diesem Zweck meist auf Glühtemperaturen zwischen 800 und 1500 °C geheizt wird. Gewöhnlich ist der schwarze Körper mit einem Thermoelement versehen, doch ist der einzig genaue Weg zur Bestimmung seiner Temperatur durch die oben genannte Hauptgleichung der optischen Pyrometrie vorgeschrieben. Es ist indessen etwa ebenso beschwerlich, das optische Pyrometer bei jeder Eichung an den schwarzen Körper anzuschließen, wie wenn man ein Gebrauchsthermometer im Bereich tieferer Temperaturen mit dem Gasthermometer vergleichen wollte. Man führt im letztgenannten Falle die Eichung tatsächlich mit Hilfe gewisser Normalthermometer, etwa dem Platinwiderstandthermometer, aus, die ihrerseits nach besonderen Vorschriften an gewissen thermometrischen Festpunkten (Schmelzpunkten und Siedepunkten reiner Stoffe) geeicht sind.

Wenn man ähnlich bei der Pyrometrie verfahren will, empfiehlt es sich, den schwarzen Körper durch ein im Vakuum oder in einer neutralen Atmosphäre glühendes Band aus Wolfram oder Tantal zu ersetzen, das durch einen Fixpunkt geeicht wird. In der Tat genügt ein Fixpunkt, der zweckmäßig bei verhältnismäßig hoher Temperatur liegt und große Helligkeit liefert. Durch passende Lichtschwächung kann man jede geringere Helligkeit herstellen und die ihr zugehörige Temperatur nach der oben genannten Gleichung berechnen.

Als vorzüglicher optischer Fixpunkt hat sich der Schmelzpunkt des Platins bewährt. Man verwendet für diesen Zweck einen Draht von ¼ mm Dmr. und etwa 4 cm Länge, der zwischen zwei Klemmbacken eingespannt ist und elektrisch geheizt wird. Seine Helligkeit läßt sich unmittelbar mit dem optischen Pyrometer verfolgen, wenn man das Gerät mit einer Mikroskopoptik von etwa 25facher linearer Vergrößerung ausrüstet. Der dünne Draht erscheint dann im Gesichtsfeld als breites Band, auf das der nur schwach vergrößerte Bügel der Pyrometerlampe ebenso gut einstellbar ist, wie es mit größeren Gegenständen bei dem gewöhnlichen Glühfadenpyrometer der Fall ist. Es hat sich als nützlich erwiesen, den Platindraht zunächst auf etwa 20° unter den Schmelzpunkt des Metalles zu heizen und ihn dann sich selbst zu überlassen. Infolge der Zerstäubung und der damit verbundenen Verringerung des Querschnitts steigt die Temperatur des Drahtes an seiner heißesten Stelle um etwa 1 °/min. Am Schmelzpunkt selbst bleibt die Temperatur etwa 3 min in gleicher Höhe, so daß die pyrometrische Messung ohne Schwierigkeit durchführbar ist. Man gewinnt auf diese Weise allerdings nicht die wahre Schmelztemperatur, sondern nur die schwarze Temperatur S des Schmelzpunktes für eine bestimmte Wellenlänge λ, und zwar gilt $\frac{1}{S} = \frac{1}{2113} + \lambda$. Da man hiermit die wahre Temperatur erhält, die ein schwarzer Körper gleicher Helligkeit bei derselben Farbe besitzt, so hat man also auch den gewünschten optischen Fixpunkt gewonnen; zunächst zwar nur in der Weise, daß man bei gegebener Beobachtungswellenlänge des Pyrometers für eine einzige Temperatur angeben kann, bei welcher Stromstärke der Glühlampenfaden vor einem schwarzen Körper verschwindet.

Es ist aber nicht schwierig, nach erfolgter Eichung mittels des Pyrometers das Wolfram- oder Tantalband, von dem zuvor die Rede war, auf die gleiche schwarze Temperatur oder die gleiche Helligkeit wie das schmelzende Platin zu bringen. Damit ist das gesteckte Ziel erreicht, und man kann nunmehr ein optisches Pyrometer auch in einem Laboratorium, dem kein schwarzer Körper zur Verfügung steht, mit Hilfe eines Fixpunktes eichen und jederzeit nachprüfen.

Unerläßlich ist hierfür allerdings ein Glühfadenpyrometer mit Mikroskopoptik, das auch für Messungen andrer Art viele Vorzüge hat. Es diente in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt z. B. zur Bestimmung des Wolframschmelzpunktes, indem die mit einem schwarz strahlenden Hohlraum (0,25 mm Dmr.) versehene Kugel (2,5 mm Dmr.) einer Wolframbogenlampe durch Überlastung der Lampe bis zum Schmelzen erhitzt wurde.

Es ist übrigens leicht möglich, die Vergrößerung des Pyrometers der Größe des Beobachtungsgegenstandes anzupassen, da die Eichung der Glühlampe ungeändert bleibt, wenn die Objektivlinse durch eine andre von verschiedener Brennweite ersetzt wird. Nur darf dabei die Zahl der optischen Grenzflächen nicht vermehrt werden. Es steht somit nichts im Wege, das Mikroskoppyrometer nach der Eichung in ein Pyrometer mit der Vergrößerung 1 umzuwandeln. [N 467]

[1] Den mitgeteilten Versuchsergebnissen liegen gemeinsam mit Dr. W. Heuse ausgeführte Versuche zugrunde.

Befestigung und Haften von Heiz- und Wasserröhren in Kesselrohrwänden.

Von Geh. Baurat Prof. Otto Berndt, Darmstadt.

Verschiedene Arten der Befestigung von Heiz- und Wasserröhren in Rohrwänden — Die Kugelwalze von L. und C. Steinmüller in Gummersbach — Versuche über die zum Herausziehen verschieden befestigter Rohre erforderlichen Kräfte.

Der Druck in den Dampfkesseln wird aus bekannten Gründen immer mehr und mehr erhöht, so daß Betriebsdrücke von 30 at und darüber keine Seltenheit mehr sein [w]erden. Diese hohen Drücke stellen den Konstrukteur und [a]uch die Werkstätten vor ganz neue und große Aufgaben. Für [di]e gilt es, jene Voraussetzungen in Gestalt und Ausführung der [K]esselelemente zu schaffen, welche die Sicherheit der Anlage und [de]r sie bedienenden Menschen gewährleistet.

Nicht nur die einzelnen Teile, aus denen sich der Kessel [au]fbaut, sondern auch ihre Verbindung untereinander müssen [hö]chsten Anforderungen entsprechen. Es wäre müßig, die [T]rommeln eines Steilrohrkessels nahtlos geschmiedet herzustellen, [we]nn nicht die Befestigung der Kesselrohre in diesen Trommeln [d]en höchsten Grad von Verläßlichkeit erreichte.

Für die Befestigung der Heizröhren sind bekanntlich in den [Rei]chsgesetzlichen Bestimmungen über Anlegung und Betrieb [vo]n Dampfkesseln vom 17. Dezember 1908 Vorschriften enthalten. [Da]nach darf bei nicht besonders verankerten Rohrwänden, deren [Ro]hre jedoch beiderseits umgebördelt oder in kegelförmig nach [au]ßen erweiterten Löchern eingewalzt sind, die auf 1 cm Rohr[um]fang entfallende Belastung σ nicht mehr als 25 kg betragen. [Sin]d die Rohre nicht umgebördelt und nur glatt in zylindrischen [Lö]chern eingewalzt, so darf über 7 at Betriebsüberdruck σ [hö]chstens 15 kg betragen. Überschreitet σ die vorgeschriebe[ne]n Werte, so sind Anker oder Ankerrohre anzuwenden.

Für die Lokomotivkessel gilt nicht die obige Bestimmung, [so]ndern die Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung vom 4. No[ve]mber 1904, die aber derartige Vorschriften über σ nicht enthält. [Ma]n findet deshalb nur äußerst selten Ankerrohre[1]) bei Loko[mo]tiven, obgleich bei diesen σ stets größer als 25 kg ist und [de]r Dampfdruck mehr als 7 at beträgt. Bei Lokomotiven sind [di]e Rohre in der Regel in glatten zylindrischen Rohrwandlöchern [ein]gewalzt und an der Feuerseite meist umgebördelt, vorn da[ge]gen vielfach ohne Bördel verwendet.

Über die Haftkraft der eingewalzten und umgebördelten [Ro]hre in Rohrwänden sind wiederholt Versuche ausgeführt [wo]rden. Nach den Versuchen von Yarrow (Z. Bd. 35 [1891], [S.] 937) waren zum Herausziehen eines gut eingewalzten 2″- [(5]0,79 mm-) Rohres 8 bis 12 t notwendig. Der amerikanische [Ing]enieur Schork[2]) hat gefunden, daß ein auf beiden Seiten [ein]gewalztes und umgebördeltes Rohr von 2⅝″ (66,67 mm) [äu]ßerem Durchmesser bei einer Zugkraft von 9,06 bis 11,8 t unter[hal]b des Bodens abriß.

Abb. 1. Rohrbefestigung [bei] der Paris-Orleans-Bahn.

Abb. 2, scharfe Nuten.

Abb. 3, halbrunde Nuten.

Abb. 2 und 3. [Be]festigung der Rauchröhren [vo]n Heißdampflokomotiven.

Abb. 4. Befestigung der Wasserröhren im Grundring beim Brotan-Kessel.

Abb. 6. Mittels Kugelwalze wulstartig erweitertes Rohr.

Einzelne Verwaltungen, wie die Französische Nord- und Südbahn, verwenden kegelförmig nach außen erweiterte Löcher 1 : 10, die Paris-Orleans-Bahn solche mit 1 : 40 Neigung, Abb. 1.

Die Firma Wolf in Magdeburg-Buckau schnitt früher bei ihren Lokomobilkesseln in die Rohrwandlöcher feines Gewinde in das die Rohre eingewalzt wurden, soll aber diese Bauart wieder verlassen haben.

Bei den Rauchröhren der Lokomotiven, welche etwa 105 mm äußeren Durchmesser bei 5 mm Wandstärke haben, werden vielfach Rillen von 2 mm Breite und ½ mm Tiefe bei etwa 7 mm Abstand voneinander eingeschnitten, in welche sich das Kupfer der Rohrwand beim Einwalzen hineindrückt und so einen guten dampfdichten Sitz gewähren soll. Der scharfe Querschnitt dieser Nuten, Abb. 2, gab zu Anbrüchen der Rohre in diesen Rillen Anlaß, was bei halbrunden Nuten, Abb. 3, nicht beobachtet wurde.

Für die Röhren bei Wasserrohr- und Steilrohrkesseln bestehen bislang keine gesetzlichen Bestimmungen. Bei diesen werden die Rohre allgemein nicht nur aufgewalzt und so in der Rohrwand gedichtet, sondern die aus der Wand vorstehenden Rohrteile werden noch aufgedornt oder mit herausgezogener Rohrwalze aufgeweitet, damit man eine größere Sicherheit gegen Herausziehen der Rohre aus den Dichtungsstellen erhält. Mitunter schneidet man auch noch, wie beim Brotan-Kessel, in die Rohrwandlöcher feines Gewinde ein, Abb. 4. Beide Ausführungsarten können nur wirksam sein, wenn das Rohr senkrecht oder nahezu senkrecht, aber nicht, wenn es schräg zur Rohrwand steht.

Die Firma L. und C. Steinmüller in Gummersbach verwendet für diesen Zweck bei hohem Druck und gerader oder schräger Anordnung der Rohre eine sogenannte Kugelwalze, womit man die überstehenden Rohrenden außerhalb der Rohrwand erweitern kann. Diese Rohrwalze, Abb. 5, hat statt der sonst üblichen kegelförmigen Walzen einen Kranz von Kugeln in ungerader Zahl, etwa 5 oder 7 von etwa 24 mm Dmr., die sich in einem Käfig befinden. Die Kugeln stützen sich gegen einen Dorn *a*, so daß sie beim Einschrauben des Dornes nach außen gepreßt und beim Drehen des Dornes im Kreise gedreht werden und so den überstehenden Teil des Rohres erweitern. Mit der Kugelwalze lassen sich gerade sowie schräge Rohre unmittelbar am Austritt aus der Rohrwand wulstartig zu erweitern, so daß sich dieser Wulst gegen die Rohrwand legt, Abb. 6.

Zur vergleichenden Beurteilung der einzelnen Befestigungsarten wurden auf Veranlassung der Kesselfabrik in der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule zu Darmstadt entsprechende Versuche angestellt.

Rohrstücke von etwa 300 mm Länge und 83 und 95 mm äußerem Durchmesser bei 3,25 und 3,5 mm Wandstärke, die am unteren Ende halbkugelförmig zugeschweißt waren, Abb. 7 und 8, wurden am oberen Ende nach Entfernung der äußeren Walzhaut an der Dichtungsstelle in Platten von 200 mm Dmr. und 30 und 18 mm Dicke im Beisein eines Beamten der Anstalt durch einen Rohrschlosser der Firma in der verschiedensten

Abb. 5. Kugelwalze von L. & C. Steinmüller.

Abb. 7 und 8. Versuchsanordnung zur Bestimmung der Haftkraft bei schräger senkrechter Lage des Rohres zur Rohrwand.

[1]) Die frühere Badische Eisenbahnverwaltung hat Ankerrohre verwendet. [Vgl.] Eisenbahn-Maschinenwesen der Gegenwart. Braunschweig 1912, 1. Teil S. 5.

[2]) „Engineering“ 1877 2. Bd. S. 299 u. 335

Weise befestigt. Ein Teil der Rohre wurde nur aufgewalzt, ein anderer Teil zuerst aufgewalzt, dann aufgedornt oder mit herausgezogener Walze erweitert und nachgewalzt, während ein weiterer Teil aufgewalzt, mit Kugelwalzen im vorstehenden Ende erweitert und nachgewalzt wurde. Bei sämtlichen Probestücken erfolgte das Einwalzen gleichmäßig in der Weise, daß nach jedesmaligem Nachspannen des Dornes die Walze sechsmal herumgedreht wurde. Zum Schluß wurde die Walze noch einmal um ihre Achse gedreht, ohne den Dorn nachzuziehen.

Zur Bestimmung der Haftkraft der Rohre in den Platten wurden Platte und Rohr in eine größeres Rohr so gesteckt, daß sich die Platte auf das Ende des Rohres legte. In das Versuchsrohr wurde ein halbkugelförmiges Druckstück gebracht und darauf zentral eine Druckstange gesetzt, die oben ein Querstück trug. Das Ganze kam unter eine Amsler-Laffon-Druckpresse, deren Druck man langsam steigern konnte. Bei Rohren, die schräg zu den Platten standen, wurde eine entsprechend abgeschrägte Zwischenlage zwischen Platte und Stützrohr gelegt, die Versuchsergebnisse Zahlentafel 1 zeigt.

höherem Maß auf, während Bach[2]) schon 1913 bei Unt[...]suchung dieser Frage mäßiges Rohraufwalzen, d. h. Schonu[...] des Materials der Rohrwand beim Aufwalzen empfohlen h[...]. Außerdem wird auch die axiale Zerreißfestigkeit des Roh[...] durch die Rille nicht unwesentlich verringert.

Das aufgedornte Rohr verlangte zum Herausziehen [...] Mittel keine viel höhere Zugkraft als das nur eingewalzte gla[...] Rohr. Bei dem 83 er Rohr beträgt das Verhältnis beider [...]festigungsarten $\frac{16,9}{11,7} = 1,45$, bei dem 95 er Rohr $\frac{13,2}{12,8} = 1,03$, also im Mit[...] 1,24. Günstiger ist dieses Verhältnis bei dem mit hera[...]gezogener Walze erweiterten Rohr zum nur eingewalzten Ro[...], nämlich $\frac{21,3}{12,8} = 1,66$, ganz abgesehen davon, daß das Aufdorn[...] infolge der Schlagwirkung das Dichthalten des Rohres in [...] Wand stark gefährdet. Am günstigsten gestaltet sich dieses V[...]hältnis aber bei den mit der Kugelwalze erweiterten Rohren; [...]

Versuchsergebnisse.

a) Rohrdurchmesser 83 mm. Plattendicke 30 mm.

	1	2	3	4	5	6
	Walzvorgang	Anzahl der Umdrehungen der Walze beim Einwalzen	Nachwalzen	Kraft zum Herausziehen des Rohres t	im Mittel t	Haftkraft durch Zerreißfestigkeit des Rohres, Spalte 5 / 32,2
	Nur eingewalzt	6 voll 1 leer	— —	10,6 13,3 11,4	11,7	0,363
	Eingewalzt, aufgedornt und nachgewalzt	6 voll 1 leer	2 voll 1 leer	19,65 14,45 16,7	16,9	0,525
	Eingewalzt, mit Kugelwalze erweitert, nachgewalzt	6 voll 1 leer	2 voll 1 leer	23,25 27,6 23,25	24,7	0,767
	Nur eingewalzt	6 voll 1 leer	— —	10,5 13,7 9,5	11,2	0,348
	Eingewalzt, mit Kugelwalze erweitert, nachgewalzt	6 voll 1 leer	2 voll 1 leer	26,8 23,1 25,65	25,0	0,776

b) Rohrdurchmesser 95 mm. Plattendicke 18 mm.

	1	2	3	4	5	6
	Walzvorgang	Anzahl der Umdrehungen der Walze beim Einwalzen	Nachwalzen	Kraft zum Herausziehen des Rohres t	im Mittel t	Haftkr[...] durc[...] Zerrei[...] festigk[...] des Roh[...] Spalte [...] / 39,7
	Nur eingewalzt	6 voll 1 leer	— —	12,35 13,7 12,5	12,8	0,32[...]
	Eingewalzt, aufgedornt und nachgewalzt	6 voll 1 leer	2 voll 1 leer	11,85 13,1 14,75	13,2	0,33[...]
	Eingewalzt, mit Kugelwalze erweitert, nachgewalzt	6 voll 1 leer	2 voll 1 leer	32,6 32,2 Boden abgerissen 34,4	33,0	0,83[...]
	Eingewalzt, mit herausgezogener Walze erweitert, nachgewalzt	6 voll 1 leer	2 voll 1 leer	21,4 16,85 25,7	21,3	0,53[...]

Aus diesen Versuchen ergibt sich, daß zum Herausziehen eines einfach eingewalzten Rohres, gleichgültig, ob es gerade oder schräg zur Rohrwand liegt, eine Zugkraft von 9,5 bis 13,7 t erforderlich ist; im Mittel fanden sich bei 83 mm Rohrdurchmesser und 30 mm dicker Platte für das gerade Rohr 11,7 und für das schräge Rohr 11,2 t beim Rohr von 95 mm Durchmesser und bei 18 mm dicker Platte 12,8 t.

Diese Werte lassen sich durch Verwendung von Rohren mit Rillen, Abb. 2 und 3, noch merklich erhöhen. Beim Einwalzen eines glatten Rohres tritt aber bereits an der Dichtstelle leicht ein Zerquetschen[1]) des Materials der flußeisernen Rohrwand ein, womit eine Verminderung der Zähigkeit des Eisens und allenfalls die Bildung von Rissen von der Lochwand aus verbunden ist. Da Röhren mit Rillen aber kräftiger aufgewalzt werden müssen, so treten diese Quetschungen usw. in noch

diese erhält man bei 83 er Rohren ein Verhältnis von $\frac{24,7}{11,7} = $ [...] bei gerader Rohrlage oder $\frac{25,0}{11,7} = 2,13$ bei schräger Rohrlage [...] bei 95 er Rohren bei gerader Rohrlage $\frac{33,0}{12,8} = 2,57$, also im Mi[...] das 2,3 fache.

Vergleicht man die zum Herausziehen der Rohre bei [...] verschiedenen Befestigungsarten erforderliche Zugkraft mit [...] zugehörigen Zerreißfestigkeit der Rohre, die für das 83 er R[...] 32,2, für das 95 er Rohr 39,7 t betragen hatte, so erhält man [...] in Spalte 6 der Versuchsergebnisse angegebenen Werte. Sie [...]tragen im Mittel bei einem glatt eingewalzten Rohr rd. ⅓, [...] einem mittels Dornes erweiterten Rohr rd. ²/₅ und bei einem [...] der Kugelwalze erweiterten Rohr rd. ⅘ der Zerreißfestigkeit [...] Rohres, was die Überlegenheit der Kugelwalze am besten zei[...]. [B 380]

[1]) Baumann, Mitteilungen über Forschungsarbeiten, Heft 135/36 S. 22.

[2]) Z. Bd. 57 (1913) S. 462.

RUNDSCHAU.

Meßgeräte.

Neuer Maihak-Indikator.

Die Bestrebungen zur Verbesserung der Indikatoren gehen zur-
it in der Hauptsache dahin, die Indikatoren auch für Maschinen mit
hr hohen Drehzahlen und Arbeitsdrücken verwendbar zu machen.

Solange an den Indikator keine höheren Ansprüche gestellt wur-
n, als langsam verlaufende Druckänderungen aufzuzeichnen, z. B.
i Kolbendampfmaschinen, genügten die bekannten Konstruktionen mit
ren großen Massen. Das wurde anders, als die Verbrennungs-
aschinen auftraten. Hier gilt es, die schnell verlaufenden Ver-
ennungsvorgänge möglichst genau aufzunehmen. Man erkannte, daß
e Massen des Indikators verringert werden müssen, und suchte dieses
el durch Verkleinern der Abmessungen der Teile zu erreichen. An
h ist dieser Gedanke richtig, viele Fehlschläge mit so gebauten
dikatoren zeigen aber, daß man auf einem falschen Wege war.

Auch hier war es der Schwingungslehre vorbehalten, aufklärend
d befruchtend zu wirken und die Herstellung des Indikators aus dem
ehr oder weniger handwerksmäßigen Herumtasten heraus auf wissen-
haftliche Grundlagen zu stellen. W. Wilke[1]) gebührt das Verdienst,

Abb. 1. Stabfeder-Indikator für hohe Drehzahlen (2000 Uml./min und darüber).

m durch seine „Untersuchungen über die Grenzen der Verwendbar-
it des Indikators bei schnellaufenden Maschinen für elastische Medien"
n Weg gebahnt zu haben. Hiernach gilt für den Zusammenhang der
Güte des Indikators beeinflussenden Größen die einfache Gleichung

$$n^2 z^2 = \frac{10^9 \, q \, a}{4{,}471 \, f \, G} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (1).$$

dieser Gleichung ist n die minutliche Drehzahl der zu untersuchen-
n Maschine, z die Anzahl der auf einen Kolbenhub entfallenden
genschwingungen der Indikators, q die Indikator-Kolbenfläche in cm², das Übersetzungsverhältnis des Schreibhebels, f die Federkonstante
edermaßstab oder Marke) in mm Schreibhöhe für 1 at und G das auf
Federachse reduzierte Gewicht der bewegten Massen in g. Dabei
f das Übersetzungsverhältnis a nicht beliebig gewählt werden.

An Gl. (1) seien noch einige Betrachtungen geknüpft, die geeignet
d, noch heute verbreitete Irrtümer zu berichtigen. Die rechte Seite
ser Gleichung enthält nur Werte des Indikators; sie kann daher
er Konstanten K gleichgesetzt werden. Setzt man $\sqrt{K} = C$, so ist

$$n = \frac{C}{z} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (2),$$

h. die Drehzahl n ist umgekehrt proportional der Anzahl Eigen
wingungen z für jeden Hub. Da bekanntlich ein Indikator um so
ser ist, je mehr Eigenschwingungen z er macht, muß bei höheren
hzahlen n auch die Indikatorkonstante C groß sein. Diese Konstante

$$C = \sqrt{\frac{10^9 \, q \, a}{4{,}471 \, f \, G}} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (3),$$

d um so größer, je größer die Kolbenfläche q und je kleiner die
lerkonstante f ist. Man wird einwenden, daß das Gewicht eines
ßen Kolbens größer ist, als das eines kleinen. Dabei wird aber die
ler in größerem Maße härter; somit nimmt f schneller ab als das
wicht zunimmt. Die Vergrößerung der Übersetzung a ist ebenfalls
eine hohe Drehzahl n günstig. Da aber das reduzierte Gewicht
Schreibhebels quadratisch mit a wächst, sind der Übersetzung enge
nzen gezogen. Dazu kommen noch die praktischen Schwierigkeiten
zer Hebelarme.

Aus Gl. (2) ergibt sich, daß für einen und denselben Indikator bei
cher Diagrammhöhe

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (4),$$

[1]) „Der Ölmotor" 1916 Heft 5/6.

d. h. die Anzahl Eigenschwingungen umgekehrt proportional der Dreh-
zahl ist. Zeichnet z. B. ein Indikator bei $n_1 = 2000$ Uml./min, $z_1 =$ 8 Eigenschwingungen bei jedem Kolbenhub, so zeichnet er bei $n_2 =$ 200 Uml./min, $z_2 = 80$ Eigenschwingungen; er wird also bei niedrigeren
Drehzahlen wesentlich besser. Es ist also viel richtiger, den Indikator
nicht undeutlich durch „Schnelläufigkeit", sondern durch die hohe
Eigenschwingungszahl zu kennzeichnen. Nur diese befähigt nämlich
den Indikator zur Untersuchung von schnellverlaufenden Druck-
änderungen.

Ferner ist bei gleichen Drehzahlen

$$\frac{z_2}{z_1} = \sqrt{\frac{q_2 \, G_1}{q_1 \, G_2}},$$

und daraus folgt für $G_1 \sim = G_2$

$$\frac{z_2}{z_1} \sim = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}} = \frac{d_2}{d_1} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (5),$$

d. h. die Eigenschwingungszahl ist angenähert proportional dem Kolbendurchmesser d.

Bei einem Kolben mit der doppelten Einheitsfläche ist folglich
die Anzahl Eigenschwingungen etwa 1,4 mal so groß, als bei dem Ein-
heitskolben. Der große Kolben ist also auch mit Bezug auf die Eigen-
schwingungen günstiger als der kleine. Obgleich die Annahme
$G_1 \sim = G_2$ bei der Steigerung der Eigenschwingungszahl immer weniger
zutrifft, bleibt die Überlegenheit des großen Kolbens doch bestehen.

Hieraus läßt sich noch ein wichtiger Schluß für sogenannte
Schwachfederdiagramme ziehen, die z. B. zur Beurteilung der Saug-
und Spülvorgänge in Verbrennungsmaschinen dienen. Für die hier
in Betracht kommenden schwachen Federn [großes f in Gl. (1)] muß
der Kolbenquerschnitt q noch größer als bei Starkfederindikatoren ge-
wählt werden. Angenommen ein Indikator zeichne mit dem Einheits-
kolben $z_1 = 8$ Eigenschwingungen bei $f_1 = 1$ mm für 1 at und $n_1 =$ 2000 Uml./min, dann zeichnet er mit der Schwachfeder $f_2 = 12$ mm für
1 at bei der gleichen Drehzahl $n_1 = n_2 = 2000$ Uml./min und mit einem
Kolben von der 4 fachen Fläche nur $z_2 = 4{,}6$ Eigenschwingungen. Der
Indikator mit Schwachfeder ist also trotz der sehr großen Kolbenfläche
gegenüber dem gleichen Indikator mit Starkfeder und kleinem Kolben
im Nachteil. Glücklicherweise ist dies aber insofern weniger von Be-
lang, als bei Niederdruckdiagrammen die Stöße (Schwingungserreger)
bedeutend schwächer als bei Hochdruckdiagrammen sind. Man kann
sich daher bei Schwachfederdiagrammen mit verhältnismäßig kleinen
Kolben begnügen, soll aber zweckmäßig nicht unter Kolben mit der
doppelten Einheitsfläche gehen.

Durch weiteren Ausbau dieser durch praktische Versuche bewie-
senen Ergebnisse gelangte die Firma H. Maihak A.-G., Hamburg,
zu der Erkenntnis, daß es möglich sei, Indikatoren mit sehr hohen Eigen-
schwingungszahlen herzustellen, die auch bei hohen Maschinendrehzahlen
ein ganzes geschlossenes Kolbenwegdiagramm oder ein ganzes offenes
Zeitdiagramm von dem ganzen Arbeitsspiel einer Maschine mechanisch
auf das übliche Diagrammpapier aufzeichnen. Notbehelfe, wie mikro-
skopische Auswertung, photographische Vergrößerung oder punktweises
Aufzeichnen des Diagramms aus vielen Arbeitsspielen, das nur Mittel-
diagramme liefert, sind hierbei nicht erforderlich.

Abb. 1 zeigt einen Indikator, der bei 2000 Uml./min einwandfreie
Diagramme aufzeichnet, Abb. 2 u. 3. Die Diagramme dieses Indikators er-
reichen bis zu 26 mm Höhe und bis zu 50 mm Länge. Dieser Indikator
unterscheidet sich von den früheren hauptsächlich durch den Schreibhebel
und die Feder. Der alte gegabelte Schreibhebel ist durch den geraden
Crosbyhebel aus Leichtmetall als Körper gleicher Festigkeit ersetzt. Die
Feder ist als Stabfeder ebenfalls als Körper gleicher Festigkeit ausge-
bildet und wird mittels Kegel und Überwurfmutter leicht auswechselbar
in einem starken Tragarm befestigt. Das andre, mit einer Kugel ver-
sehene Stabende, stützt sich auf die Kolbenstange. Versuche haben er-
geben, daß die Stabfeder in bezug auf die Proportionalität, Wärmeein-
flüsse und Festigkeit den üblichen Schraubenfedern überlegen ist und
mit einer geringeren Masse
ausgeführt werden kann.
Ferner läßt sich die Stab-
feder bis zu den kleinsten
Federmarken herstellen.

Das Schreibzeug wird
von einer Brücke getra-
gen, die um die Kolben-
achse schwenkbar ist.
Hierdurch kann man das
Schreibzeug aus- und ein-
rücken. Der Kolben läuft
in einem leicht auswech-
selbaren Zylindereinsatz.
Auch bei diesem Indika-
tor läßt sich nach Ent-
fernung der Stabfeder und
Lösen einer Überwurfmut-
ter das Oberteil mit dem
Kolben leicht vom Unter-
teil abheben.

Abb. 2. Starkfederdiagramm, $n = 2000$ Uml./min $f = 0{,}9$ mm/at.

Abb. 3. Schwachfederdiagramm $n = 1000$ Uml./min, $= 8{,}7$ mm/at.

Die Trommel ist ebenso wie der schwenkbare Halter der Leitrollen für die Antriebschnur auf einer kräftigen Säule gelagert.

Der Indikator wird mittels einer weiteren Überwurfmutter an dem Hahn angeschraubt, der ohne Zwischenstück mit dem Zündkerzengewinde auf dem Maschinenzylinder befestigt wird. Außerdem ist die Hahnbohrung besonders groß, aber möglichst kurz, damit sich das Diagramm bei schnellen Druckänderungen nicht verzerrt. Diesen Verzerrungen muß man besondere Aufmerksamkeit schenken. Schon Prof. Frese[1]) hat in einem lehrreichen Aufsatz die Beeinflussung des Indikatordiagramms der Dampfmaschine durch die Art der Anbringung des Indikators nachgewiesen. Seine Versuche wurden bei der für heutige Verhältnisse äußerst niedrigen Drehzahl von 50 Uml./min angestellt und der aus einem möglichst einwandfreien Normaldiagramm errechnete mittlere Druck = 1 gesetzt. Alsdann entsprach der mittlere Druck des infolge eines engen Verbindungsstückes am stärksten verzerrten Diagramms dem Vergleichswert 0,664. Die enge Verbindungsleitung erzeugte also einen Fehler von rd. 34 vH. Wenn solche Fehler schon bei den langsam verlaufenden Druckänderungen in Dampfmaschinen vorkommen, wie groß müssen sie erst bei schnellaufenden Verbrennungsmaschinen werden, wenn diesen Verhältnissen nicht Rechnung getragen wird. [M 60]

Hamburg. v. Gehlen

Wärmetechnik.

Zur Thermodynamik von Ammoniak- und Wasserdampf.

Die neuen amerikanischen Formeln für Ammoniak[2]) ermöglichten den Exponenten der Adiabate, der gewöhnlich zu 4/3 angenommen wird, neu zu berechnen. Nach Planck[3]) (sowie Eichelberg[4])) ist der als Hilfsgröße benutzte Exponent der Isotherme $(\varkappa)_T$ wegen $P v^{\varkappa} =$ konst

$$(\varkappa)_T = -\frac{v}{P\left(\frac{\partial v}{\partial P}\right)_T}.$$

Hieraus folgt der Exponent der Adiabate

$$(\varkappa)_s = (\varkappa)_T \frac{c_p}{c_v}.$$

Da nun

$$c_p - c_v = -\frac{A\,T\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P^2}{\left(\frac{\partial v}{\partial P}\right)_T},$$

so bereitet, da c_p und v in Abhängigkeit von P und T bekannt sind, die Auswertung keine Schwierigkeiten. Das Ergebnis zeigt Abb. 4 und 5; beachtenswert ist dabei der ganz gleichartige Verlauf wie (nach Eichelberg, a. a. O.) bei Wasserdampf. Als brauchbarer Mittelwert von $(\varkappa)_s$ kann jedoch höchstens 1,3 gelten.

Es wurde ferner auf die in der deutschen technischen Literatur zu wenig beachtete Darstellung der Zustandsgleichung nach Kamerlingh Onnes[5]) zurückgegriffen:

$$\mathfrak{p}\,\mathfrak{v} = \mathfrak{R}\,\mathfrak{t}\left(1 + \mathfrak{B}\frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{v}} + \mathfrak{C}\frac{\mathfrak{R}^2}{\mathfrak{v}^2}\right),$$

in der die „Virialkoeffizienten" $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{C}$ reine Temperaturfunktionen sind. (Alle Größen gelten in reduziertem Maß; $\mathfrak{R} = \frac{R\,T_k}{P_k\,v_k}$ ist die kritische Konstante.) Der Wert $\mathfrak{B}$ verschwindet bei dieser Form auch für den Druck null nicht; er gibt also die von der Anziehungskraft der Moleküle herrührende Verkleinerung des Gasvolumens gegenüber dem idealen Gaszustand an. Diese wird mit steigender Temperatur geringer und schließlich wird das Volumen des idealen Gases überschritten (Boylepunkt). Der Beiwert $\mathfrak{C}$ tritt bei endlichen Drücken in Erscheinung; er ist negativ nur für Stoffe, deren Moleküle in der Nähe der Sättigung Komplexe bilden[6]), steht also in Zusammenhang mit dem Anstieg von c_p.

Die beiden Virialkoeffizienten sind in Abhängigkeit von der Temperatur in Abb. 6 und 7 dargestellt. Ihre Entwicklung stützt sich auf ein Verfahren von Mollier[7]), doch kann $\mathfrak{B}$ auch berechnet werden als Abweichung vom Gasgesetz für $P = 0$ nach der Gleichung

$$\mathfrak{B} = \frac{P_k}{R\,T_k}\left(v - \frac{R\,T}{P}\right)_{P=0}.$$

Zum Vergleich sind die Werte von $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{C}$ für Ammoniak nach Holst, für die permanenten Gase nach Kamerlingh Onnes und für Wasserdampf nach Knoblauch, Raisch und Hausen eing[...]

[1]) Z. Bd. 29 (1885) S. 769.
[2]) M. Jakob, Z. Bd. 68 (1924) S. 317.
[3]) Thermodynamik S. 125.
[4]) Forschungsarb. Heft 220 S. 16 u. f.
[5]) Enzykl. d. Math. Wiss. Bd. 5 Art. 10 S. 727.
[6]) Holst, Diss. Zürich 1914, s. hierüber auch Sonderdruck der Kon. Akad. d. Wet., Amsterdam 1917.
[7]) Phys. Zeitschr. 1920 S. 457.

Abb. 4. Die Exponenten der Adiabate und Isotherme bei Ammoniak.

Abb. 5. c_p, c_v und $c_p - c_v$ für Ammoniak.

Abb. 6 und 7. Verlauf der Virialkoeffizienten $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{C}$.

ichnet. Nach der Zustandsgleichung von Kamerlingh Onnes ist 𝔈 r Gase positiv. Von diesem Unterschied abgesehen, sind die Ab- ichungen der einzelnen Kurven voneinander gering; es scheint also iglich, die bei einem Stoff gefundenen Werte auf andre zu über- agen. Der Aufklärung bedarf noch das schnelle Ansteigen von 𝔅 i Wasserdampf, da es nicht wahrscheinlich ist, daß das Volumen hon bei $\sim 400\,^\circ C$ und $P = 0$ sowie bei geringen Drücken das des ealen Gases übertrifft. Es hat den Anschein, als ob hier die Funktion (P), die bei der Entwicklung von v aus c_p eintritt[1]), zu stark positiv sei; nigstens lautet die entsprechende Funktion in den amerikanischen rmeln für Ammoniak $T\,f_1\,(p)$ — konst (auf Grund der Annahme, daß r ideale Gaszustand schon bei endlicher Temperatur erreicht wird) d führt zu einem wahrscheinlicheren Verlauf.

Erwähnung verdient in diesem Zusammenhang eine Beziehung zwi- hen den Dampfdruckkurven von Ammoniak und Wasserdampf, auf die andrer, jedoch nur mit einiger Annäherung allgemein gültiger Form e n g l e i n[2]) hingewiesen hat, und zwar ist für jeweils gleiche redu- rte Temperaturen fast genau $\log \mathfrak{p}_{H_2O} = 1{,}075 \log \mathfrak{p}_{NH_3}$; es ergibt sich- so, wenn man über den $\log \mathfrak{p}_{H_2O}$ die den jeweils gleichen t entsprechen- n $\log \mathfrak{p}_{NH_3}$ aufträgt, eine Gerade. Die Clausius-Clapeyronsche Glei- ung führt dann mit einiger Annäherung auf eine Proportionalität der rdampfungswärmen bei gleichen reduzierten Temperaturen, die chelberg[3]) bereits in andrem Zusammenhang berührt hat. [M 410]

Berlin. Dr.-Ing. Rudolf L a n d s b e r g.

Metallbearbeitung.

Ietallisieren von Kesselroststäben

Eisenteile, die der ständigen Einwirkung von Feuer er heißen Feuergasen ausgesetzt sind, werden durch berzüge verschiedener Art gegen das Verbrennen ge- hützt. Wohl den besten Erfolg hat in neuerer Zeit is Kalorisieren gehabt, bei dem die betreffenden Teile t einem Belag von Aluminiumpulver bedeckt und dann ter Luftabschluß geglüht werden, wobei das Aluminium das Eisen hineinsintert. Der Vorgang ist wesentlich n der dabei angewendeten Temperatur abhängig. Nach rsuchen der amerikanischen General Electric Company, e das Verfahren ausgebildet hat, dauert das Eindringen des uminiums für 1 mm Tiefe bei 1000 °C 30 h, bei 1100 °C i und bei 1200 °C nur ½ h. Das Verfahren wird bis zur llständigen Sättigung der Oberfläche mit 15 vH Aluminium rchgeführt, ist aber natürlich sehr teuer und nur für lche Teile verwendbar, wo sich die Kosten bezahlt ıchen. Die gute Wirkung gegen Verbrennen beruht dar- f, daß sich an der Oberfläche der kalorisierten Schicht i der Berührung mit Feuer eine dünne Haut von Alu- niumoxyd bildet, deren hohe Schmelztemperatur von . 2300 °C jeden Zutritt von Luft hindert und die außer- m innig an der kalorisierten Schicht haftet und nicht blättert.

Ein Verfahren, das in seiner Wirkung dem Kalori- ren durchaus gleichartig, aber in der Herstellung des erzuges einfacher und billiger ist und sich daher auch minderwertige Gegenstände eignet, ist in letzter Zeit von den rkstätten, die das Spritzmetallisierungs-Verfahren ausführen, durch- bildet worden. Allerdings wird hier das Einbrennen des Überzuges das Eisen grundsätzlich der nachträglichen Einwirkung des Feuers i Betriebe überlassen. Bei Flußeisen sintert das aufgespritze Alu- nium bei nachträglicher Erhitzung bei Temperaturen über 1000 °C in Eisen hinein, so daß ein mehrmaliges Metallisieren erforderlich ist, die Oberschicht bis in genügende Tiefe mit etwa 15 vH Aluminium iert ist. Bei Hartguß verdrängt das Aluminium den chemisch an das en gebundenen Kohlenstoff, dringt aber nur wenig in die Tiefe ein. ch geringer ist die Tiefenwirkung bei Grauguß, wo der mit dem n mechanisch gemengte Kohlenstoff das Eindringen verhindert. Bei Beisen, das nach dem Aluminium-Spritzverfahren überzogen wird, ist o ein mehrfacher Überzug nicht erforderlich.

Besonders wirksam gegen Verbrennen durch Feuerwirkung hat sich Aluminiumüberzug bei Roststäben erwiesen, bei denen nur die obere nte einschließlich eines Streifens von einigen Zentimetern überzogen werden braucht. Bei Versuchen der Eisenbahnverwaltung in Österreich überzogenen schmiedeisernen Roststäben hat sich eine Verlängerung Gebrauchsdauer bis auf das Sechsfache ergeben. Versuche der chseisenbahnverwaltung mit gußeisernen Rostsäben sind seit einigen naten im Gange. Die bisher wohl eingehendsten Versuche sind beim swerk Altona gemacht worden, wo in einem stark beanspruchten Rost der Mitte, also in der stärksten Feuerzone, metallisierte, an den ten nicht metallisierte Roststäbe von 11 kg Gewicht eingebaut wurden. h 162tägigem Betrieb wurden die Roste herausgenommen; die nicht allisierten hatten bei der Gaskoksfeuerung einen Abbrand von etwa g oder etwa 18 vH erlitten, was in Anbetracht dessen, daß er nur der Kante erfolgt, ein beträchtlicher Verlust ist; die metallisierten tstäbe zeigten kaum bemerkenswerte Abnutzung und Gewichtsab- me. Die Stäbe sind in den Abb. 8 bis 10 dargestellt und zwar in Abb. 8 neue, in Abb. 9 gebrauchte nicht metallisierte und in Abb. 10 ge- brauchte metallisierte Stäbe.

Auch in der Schiffahrt haben sich metallisierte Roststäbe bestens bewährt. Über die endgültige Lebensdauer von metallisierten Roststäben und über die daher mit ihrem Gebrauch verknüpften Ersparnisse liegen noch keine umfassenden Erfahrungen vor, da die Versuchzeiten nicht ausreichten. Da das Überziehen nach einem besonderen Verfahren er- folgen muß, um eine wirklich innige Bindung und einen im Feuer nicht abspringenden Überzug zu gewährleisten, werden die metallisierten Roststäbe teurer; die Mehrkosten werden aber ganz zweifellos durch die längere Lebensdauer mehrfach aufgewogen.

Der Hauptvorteil der metallisierten Roststäbe liegt aber nicht in der verlängerten Lebensdauer, sondern in ihrer dauernd besseren Be- schaffenheit. Bei allen bisherigen Anwendungen hat sich gezeigt, daß das Bearbeiten der Feuer wesentlich leichter ist. Bei nicht metallisier- ten Roststäben bilden sich bei der Berührung mit der glühenden Kohle Siliziumschmelzflüsse, die das Gußeisen auflösen, so daß die Schlacken schon bei 800 bis 900 ° festbrennen. Dadurch wird der Luft- durchtritt gestört und die Temperaturen steigen noch weiter. Bei metallisierten Roststäben, deren Aluminiumoxydschicht erst bei 2300 °C schmelzen kann, ist das Festbrennen von Schlacke ausgeschlossen. Es wird also nicht nur das Feuerreinigen sehr viel leichter, sondern der Luftdurchtritt zwischen den Roststäben bleibt frei, die Feuer brennen besser und nutzen den Brennstoff günstiger aus; außerdem bleibt die Temperatur an der Oberkante der Rostsäbe infolge des dauernden Luftdurchtritts niedriger. Bei einem Versuch in einer Badeanstalt, wo besonders schlackende Kohlen verbrannt wurden, war bei nicht metalli- sierten Roststäben ein Abschlacken und Durchschleusen nach einer Stunde erforderlich, bei metallisierten Roststäben erst nach 6 h, weil der Luft- durchtritt durch den Rost besser blieb und die Kohle besser verbrannte. Besonders wertvoll ist die Erleichterung und Verringerung des Durch- schleusens und Abschlackens der Feuer auf Seeschiffen; sie ist vor allem der Grund, weshalb eine Anzahl deutscher Großreedereien in größerem Umfange zur Verwendung metallisierter Roststäbe überge- gangen ist. [M 371] C.

Abb. 8. Neue nicht metalli- sierte Roststäbe.

Abb. 9. Gebrauchte nicht metalli- sierte Roststäbe.

Abb. 10. Gebrauchte metallisierte Roststäbe.

Gas- und Wasserversorgung.

Deutscher Verein von Gas- und Wasser- fachmännern e. V.

Die 65. Jahresversammlung fand am 26., 27. und 28. Juni 1924 in Nürnberg statt. Am 1. Verhandlungstag waren etwa 600 Mitglieder anwesend. Nach den üblichen Begrüßungen erstattete der Vorsitzende einen kurzen Vereinsbericht, wobei die Schwierigkeiten durch die In- flation, die nunmehrige Geldverknappung, das Darniederliegen des Marktes der Nebenerzeugnisse aus der Gaserzeugung und die Schwierig- keit der Kohlenbeschaffung besprochen wurde. Es wurde der allgemein durchgeführte Abbau in den Ausgaben der Werke und in der Preis- festsetzung einerseits und die Tätigkeit der „Gasverbrauch G. m. b. H." anderseits betont, woraus baldige erfreuliche Ergebnisse erhofft werden.

Alsdann sprach Geheimer Legationsrat P r o f. D r. W i e d e n f e l d, Leipzig, über G e g e n w a r t s f r a g e n i n d u s t r i e l l e r O r- g a n i s a t i o n.

Stadtoberchemiker D r. B e r t e l s m a n n, B e r l i n, hielt einen Vortrag ü b e r d e n E i n f l u ß d e r u n v e r b r e n n l i c h e n A n- t e i l e a u f d i e p r a k t i s c h e B r a u c h b a r k e i t d e s G a s e s. Nach seinen Ausführungen bietet es weder den Gaserzeugern noch den Gasverbrauchern einen Vorteil, wenn man unter den heutigen Verhält- nissen zu dem reichen Gas von 5000 bis 6000 kcal der Vorkriegszeit zu- rückkehren würde. Das Gas würde unverhältnismäßig teuer und die Gasapparate müßten sämtlich wieder umgestellt werden. Die Erfahrung

[1]) K n o b l a u c h, R a i s c h und H a u s e n, Tabellen u. Diagramme f. sserdampf S. 16.
[2]) Z. f. d. ges. Kälteind. 1922 S. 151.
[3]) Z. Bd. 66 (1922) S. 277.

habe gelehrt, daß das ärmere Gas im allgemeinen besser ausgenützt wird als das reichere. Es sei nur fraglich, ob zum Strecken von Gas auch unverbrennliche Gase, wie Stickstoff oder Kohlenstoff, ohne Schädigung des Verbrauchers beigemischt werden können. Nach seinen Versuchen ist dies der Fall, und er schlägt deshalb vor, den Gaswerken keine Vorschriften hinsichtlich des Gehaltes an Stickstoff oder Kohlensäure zu machen, aber für ganz Deutschland einen einheitlichen Heizwert von 4200 bis 4300 kcal festzulegen.

Zu diesem Thema führte Prof. Dr. Ott, Zürich, aus, daß nach der schweizerischen Auffassung wohl eine Senkung des Gasheizwertes gegenüber der Vorkriegszeit am Platze sei, doch dürfe dies nicht durch Beimischung unverbrennlicher Bestandteile erreicht werden. Während Wassergas und dergl. eine bessere Wärmeausnützung herbeiführen, wird diese durch das Unverbrennliche infolge größerer Schwankungen der Gasgüte erniedrigt, es treten größere Schwierigkeiten in der Gas- und Luftzufuhr zu den Apparaten auf, die zu um so mißlicheren Erschwernissen führen, als die Elektrizität ohnedies auf der Lauer liegt. Er wies ferner auf die größere Beanspruchung der Rohrleitungen und auf die vermehrten Beschädigungen der Leitungen bei erhöhtem Sauerstoff-, Kohlensäure- und Rauchgasgehalt hin. Für die Schweizer Verhältnisse hält er einen möglichst wenig schwankenden Heizwert von 5000 kcal für angezeigt.

Der Vorsitzende der Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke, Direktor Kümmel, berichtete über behördliche Bestrebungen, durch gesetzliche Maßnahmen die Selbstverwaltung der Berufsgenossenschaft einzuschränken. Die Versammlung faßte darauf eine Entschließung, die sich gegen die Bestrebungen der preußischen Staatsregierung richtet, der Verwaltung der Berufsgenossenschaften politische, mit der Selbstverwaltung unvereinbare Maßnahmen aufzuerlegen.

Zum Schluß der Sitzung erstattete Prof. Dr. Bunte, Karlsruhe, den Jahresbericht des Gasinstituts und gab die Arbeiten des Gasmesserausschusses bekannt.

Am 2. Sitzungstag sprach der Präsident der preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Geheimer Medizinalrat Prof. Dr. Beninde über: „Zusammenhang zwischen Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung". Er führte aus, daß, gleichgültig, ob das notwendige Wasser natürlichen ober- oder unterirdischen Wasservorräten entnommen wird, die Abwasser diesen natürlichen Wasseransammlungen immer wieder zugeführt werden müssen. Es handelt sich also um einen ständigen Kreislauf, für den nur die unmittelbare Wiederverwendung gereinigter Abwasser in Industriebetrieben Sonderfälle sind. Die Erbauer und Leiter von Wasserwerken haben diesen Verhältnissen stets größte Beachtung zu schenken, insbesondre auch hinsichtlich ausreichender Reinigung der Abwasser. Die sehr ausgiebige Erörterung dieses Vortrages erstreckte sich auf die Reinigung der Abwasser besonders vor Einleitung in die Flüsse und außerdem auf die Frage, ob Grundwasser- oder Oberflächenwasserversorgung vorzuziehen sei.

Der Vortrag von Direktor Schomburg, Gelsenkirchen, wurde wegen Verhinderung durch Krankheit verlesen. Er behandelt die „Gaspreisbildung" und führt aus, daß die Gaswerke nicht mehr wie in der Vorkriegszeit auf leichte Weise hohe Gewinne für die Stadtkasse erzielen können. Es muß zum Vorteil der gesamten Volkswirtschaft künftig gutes, billiges Gas geliefert werden, um die unwirtschaftliche Verwendung fester Brennstoffe möglichst einzudämmen. Ausreichende Abschreibungen für die Werke müssen natürlich erzielt werden, wenn man sich auch mit einer mäßigen Verzinsung des Anlagekapitals zufrieden geben müsse. Die Preisfestsetzung müsse auch die wirklich für den einzelnen Abnehmer auflaufenden Unkosten berücksichtigen, und er kommt deswegen zu dem Schluß, daß der Gaspreis möglichst niedrig zu halten und für den einzelnen Abnehmer eine Grundgebühr festzusetzen ist. Großverbrauchern muß entsprechend billiger geliefert werden.

Prof. Dr.-Ing. Probst, Karlsruhe, hielt dann einen Vortrag über Zerstörungen an Beton und Eisenbeton bei Gas- und Wasserwerken; Ursachen und Schutzmaßnahmen. Der Vortrag wurde durch eine größere Zahl von Lichtbildern, in denen die vorkommenden Zerstörungen gezeigt wurden, erläutert. Die Ausführungen gipfelten darin, daß, nachdem in den letzten Jahren die Ursachen der Zerstörungen an Beton und Eisenbeton festgestellt wurden, etwa folgende Richtlinien zum Verhüten und Beseitigen der Schäden aufgestellt werden: Chemische Untersuchung der Wasser wie des Baugrundes vor Ausführung eines Eisenbetonbaues. Gegen Ursachen wie die, daß durch Rosten der Eiseneinlagen Raumänderungen eintreten, die ein Abspringen des Betons verursachen können, wenn die Betonschicht nicht stark genug ist, bietet zementreicher Mörtel oder Beton nicht immer besondern Schutz; je mehr Zement, desto mehr Angriffmöglichkeit für Säuren und Sulfate. Dichter Beton und Mörtel ohne Risse sind vielfach genügendes Erfordernis. Als Anstrichmörtel hat sich Asphalt- oder Harz-Paraffin-Anstrich bewährt. Gegen Säuren genügt in manchen Fällen eine Neutralisation durch Zusätze.

Direktor Zink, Halberstadt, gab dann die Stellungnahme des VdI zu den Bestrebungen der Arbeiter-Organisationen, Einfluß auf die Arbeit der Dampfkesselüberwachungsvereine zu gewinnen, bekannt. Die Versammlung entsprach hierauf einstimmig und mit sehr lebhaften Äußerungen folgendem Antrag:

„Die in Nürnberg zur Jahresversammlung des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern versammelten Betriebsleiter von über 2000 deutschen Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerken erheben Einspruch gegen die Gefährdung der bisherigen erfolgreichen Leistungen der Preußischen Dampfkessel-Überwachungsvereine durch Vermischung [illegible] rein technisch-wirtschaftlichen Aufgaben der Vereine mit freigewe[illegible]schaftlichen Forderungen und politischen Rücksichten durch die M[illegible]nahmen des Herrn Handelsministers.

Wir schließen uns uneingeschränkt und einstimmig der E[illegible]schließung des Vereines deutscher Ingenieure vom 1. Juni 1924 an."

Diese Entschließung soll dem preußischen Landtag unterbrei[illegible] werden.

Obering. Brennhausen als Vertreter des Normenausschus[illegible] der deutschen Industrie erstattete einen Bericht über die For[illegible]schritte der Normung bei Röhren und Kesseln. Na[illegible] jahrelangen Bemühungen ist erreicht, daß die Schweiz, Belgien, H[illegible]land, Deutsch-Österreich und Deutschland auf der gleichen Normenba[illegible] arbeiten.

Nach weiteren vereinsgeschäftlichen Angelegenheiten wie Kass[illegible]bericht und Wahlen für Vorstand und Ausschüsse erhielt Prof. Dr. [illegible] Bunte, Karlsruhe, das Wort zu dem Vortrage: „Können die V[illegible]gänge bei der Koksbildung beeinflußt werden?" [illegible] den gründlichen wissenschaftlichen und technischen Ausführungen [illegible]tonte der Vortragende die durch den Vertrag von Versailles eingetrete[illegible] wesentliche Minderung und Verschlechterung unserer Gaskohlen u[illegible] dadurch aufgetretene Schwierigkeiten. Der Anfall von Kleinkoks [illegible] in wirtschaftlich sehr ungünstiger Weise überhand genommen. [illegible] empfiehlt zur Besserung dieser Mißstände gleichmäßige Körnung u[illegible] Mischung jüngerer und älterer Kohlensorten, langsame und gleichmäß[illegible] Ausgasung, Verbesserung der Verfahren zum Kokslöschen und -bef[illegible]dern. Anlagekosten und entsprechende Betriebführung dürfen zur B[illegible]serung dieser Verhältnisse nicht gescheut werden. Der Vortrag wu[illegible] durch eine große Zahl von Lichtbildern und ziffernmäßigen Aufstell[illegible]gen erläutert.

Oberbaurat Ludwig, München, sprach anschließend daran ü[illegible] die „Verwendung von Koks im Haushalt und G[illegible]werbe". Er erörterte ältere und neuere Koksofenbauarten und w[illegible] auf die erzielten Fortschritte hin. Er betonte, daß bei der Kurzflamm[illegible]keit der Koks die Öfen Güteware sein müssen, besonders muß g[illegible] Dichte der Armatur und Regelbarkeit der Luftzuführung gegeben sein.

Dr. Stumpf vom Karlsruher Gasinstitut des Vereins brachte M[illegible]teilungen über Paraffinöl als Waschöl. Als Vorteile wurd[illegible] genannt: Sehr lange Brauchbarkeit ohne merkliche Verdickung, Frei[illegible] von Naphtalin und des Vorerzeugnisses von Phenol und Pyridin u[illegible] leicht harzenden Körpern. Ein ausgiebiger Meinungsaustausch ließ [illegible] Streben erkennen, die Verwendung des eigenen Erzeugnisses in Ges[illegible] von Teerwaschölen in ausgiebiger Weise zu erreichen, und feststell[illegible], daß die Benutzung und Vervollkommnung des Teerwaschöles zu ein[illegible] gewissen Stillstand gekommen ist, während für Paraffinöl etwaige F[illegible]schritte als aussichtsvoll gelten müssen.

Während der Tagung fand auch eine Ausstellung über Neuigkei[illegible] auf dem Gebiet des Gas- und Wasserfaches im alten Verkehrsmuse[illegible] statt, die von einschlägigen Firmen veranstaltet war. [N 523] W

Verschiedenes.

Die Bedeutung des Porzellans für die Elektrotechnik.

In immer steigendem Maße zeigt sich die Wichtigkeit des P[illegible]zellans als Isolierstoff in der Elektrotechnik. Neuere Forschunge[illegible] ergeben, daß man bestrebt ist, das Porzellan in elektrischer sowie mechanischer Beziehung zu verbessern und ihm eine solche Beschaff[illegible]heit zu verleihen, daß es dem Glas und andern Isolierstoffen da[illegible] seiner Unangreifbarkeit durch Witterungs- und chemische Einflü[illegible] durchaus überlegen ist[2]).

Das für elektrotechnische Zwecke allein wichtige Hartporzel[illegible] wird hergestellt aus rd. 50 vH Kaolin, 25 vH Feldspat und 25 vH Qua[illegible]. Die nach verschiedenen Verfahren (Gießen, Pressen, Drehen) geform[illegible] und getrockneten Gegenstände werden nach dem Rohbrennen bei [illegible] 1450 °C mit einer hauptsächlich aus Quarzpulver bestehenden Gla[illegible]gar gebrannt. Bei der Bearbeitung der Masse muß ein Zerren u[illegible] Quetschen peinlich vermieden werden. Andernfalls setzen die e[illegible]stehenden Schlieren erheblich die mechanische und elektrische Fest[illegible]keit herab.

Überhaupt sind innere Spannungen der Porzellanisolatoren weg[illegible] der Sprödigkeit des Rohstoffes noch gefährlicher als bei andern B[illegible]stoffen. Insbesondere haben dicke, massige Stücke infolge der sehr [illegible]gleichmäßigen Abkühlung nach dem Brennen starke latente Spannung[illegible] zu deren Auslösung verhältnismäßig kleine mechanische, chemische o[illegible] elektrische Beanspruchungen genügen. Auch die elektrische Dur[illegible]schlagfestigkeit selbst wird durch innere Spannungen herabgesetzt. I[illegible] ist auch der Grund, warum sie bei dicken Platten verhältni[illegible]mäßig kleiner ist als bei dünnen. So haben z. B. 3 mm dicke P[illegible]zellanplatten eine normale Durchschlagfestigkeit von rd. 40 000 V, w[illegible]rend solche von 12 mm Dicke nur 100 000 V aushalten können.

Die Untersuchung der mechanischen Eigenschaften der Porzell[illegible]isolatoren beruht vor allem auf Arbeiten[3]) neuerer Zeit. Die riesi[illegible] Beanspruchungen durch Seilzug, Schwingungen, Schneelast usw., [illegible] erst in den letzten Jahren bei der Anlage der großen Hochspannun[illegible]

[1]) Vergl. Keramische Rundschau 1924 Nr. 19, Sonderheft: Elektroporzell[illegible]
[2]) Benischke, Das Porzellan als Isolierstoff der Elektrotechnik, eben[illegible]
[3]) E. Gerold, Über einige mechanische Eigenschaften von Porzel[illegible] ebenda.

ɔitungen hervorgetreten sind, stellen besondere Anforderungen an die estigkeit des Baustoffes. Bemerkenswert ist, daß Größe und Form er Versuchstücke trotz unveränderlicher Zusammensetzung einen erɛblichen Einfluß auf die Festigkeitseigenschaften haben, ganz im egensatz z. B. zu den Metallen.

Nach neueren Versuchen[1]) wird die Druckfestigkeit von zylinrischen Versuchstücken mit 16 mm Dmr. und 16 mm Höhe auf 4500 bis 00 kg/cm² angegeben. Bei 50 mm Dmr. und 50 mm Höhe beträgt die ruckfestigkeit nur noch 3800 kg/cm² und bei 200 mm Dmr. und 100 mm öhe sogar nur noch 1000 kg/cm².

Auch die Zugfestigkeit vermindert sich, je größer die Versuchsörper werden. So wird für Knüppelisolatoren von 25 mm Dmr. und mm Länge des zylindrischen Teiles eine Zugfestigkeit von 366, ngegen für denselben Durchmesser aber 160 mm Länge eine Zugfestigkeit von 285 kg/cm² angegeben. Es ist anzunehmen, daß bei größerer Länge infolge leichter, unvermeidlicher Krümmung der Stabachse keine reine Zug-, sondern die viel gefährlichere Biegebeanspruchung auftritt. Die Biegefestigkeit wird mit 550 bis 670 kg/cm² bei Stäben von 50 mm bzw. 16 mm Dmr. angegeben. Der Elastizitätsmodul wurde mit $8{,}7 \cdot 10^6$ bis $7{,}4 \cdot 10^6$ kg/cm² gefunden.

Die für Porzellan besonders wichtige Schlagbiegefestigkeit (spezifische Schlagarbeit) wurde mit 0,9 bis 1,95 cmkg/cm² gemessen[2]). Es besteht keine Proportionalität zwischen Zugfestigkeit und Schlagbiegefestigkeit, die allein von der Sprödigkeit des Baustoffs abhängt und stets gesondert untersucht werden muß.

Durch weitere Anwendung sehr genauer Meßverfahren wird es gelingen, Isolierstoffe von immer größerer Vollkommenheit herzustellen. [N 513] Dr. G.

[1]) Demuth, Die Materialprüfung der Isolierstoffe der Elektrotechnik, erlin 1923, S. 151

[2]) Singer, Die Keramik im Dienste von Industrie und Volkswirtschaft, Braunschweig 1923, S. 472

BÜCHERSCHAU.

ücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. 7, Abteilung Sortiment, bezogen werden. Es empfiehlt sich, bei der Bestellung stets den Verleger anzugeben.

orlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung von Professor Dr. Max Planck. 5. Aufl. Leipzig 1923, Ambrosius Barth. IX. u. 221 S. mit 6 Abb. Preis geh. Gm. 7, Halbl. Gm. 9.

Gegen die vierte, in dieser Zeitschrift Bd. 66 (1922) S. 409 von Schaefer ausführlich besprochene Auflage hat das Werk nur ɔe besonders wesentliche Veränderung erfahren. Auf Grund neuerer ersuche von W. Gerlach und O. Stern, die für einen bestimmten ll gezeigt haben, daß in der Natur tatsächlich keine andern Zustände die quantenmäßig ausgezeichneten vorkommen, entscheidet sich jetzt lanck für die sogenannte erste Fassung der Quantentheorie, wonach nission und Absorption sprunghaft erfolgen, während nach der eiten Fassung wenigstens die stetige Absorption aus der klassischen eorie der Strahlung in Plancks Neuland herübergerettet werden sollte.

Es ist kennzeichnend, daß Einstein schon lange für die radilere erste Fassung eingetreten ist, während sich Planck nur schrittise entschließen kann, den Boden der klassischen Theorie zu versen. Und er verhehlt nicht, welche gedankliche Schwierigkeit er in ser ersten Fassung auch heute noch erblickt. Er hält es zwar für rständlich, daß ein Molekül plötzlich einen endlichen Betrag seiner ergie abgebe. Aber es widerspreche jeder Wellentheorie des Lichtes, zunehmen, daß ein Molekül aus einer auffallenden Strahlung plötzlich bestimmtes, zuweilen recht großes Quantum Energie herausnehme und sich behalte. „Denn das Molekül besitzt keineswegs die Fähigkeit, ahlende Energie aus der Umgebung, auch nicht aus der allernächsten, wissermaßen anzusaugen." Planck vergleicht es mit einem Auge, nicht mehr Licht aufnehmen kann, als auffällt. Nun berechnet er Beispiel, wonach unter gewissen Strahlungsbedingungen ein Atom er eine Stunde bestrahlt werden muß, bis ein einziges Energiequantum das Atom herangeschafft worden ist". Unter diesen Umständen es „schwer zu begreifen, wie das Atom es fertig bringt, sich plötzein bestimmtes Energiequantum aus der auffallenden Strahlung zueignen". Planck stellt uns dann klar vor das Dilemma, entweder Ausbreitung eines emittierten Lichtquantums nach der Maxwellschen llentheorie anzunehmen, wobei weit ab vom Emissionsort eine quanmäßige Absorption unmöglich ist, oder mit dem Fortschreiten des ammenbleibenden Energiequantums im Sinn von Newtons Emanathstheorie zu rechnen, wobei das Zustandekommen von Interferenzen verständlich bleibt. Planck hat die Hoffnung auf Lösung dieses lemmas noch nicht aufgegeben, und wir schließen uns dem Wunsch mit dem Einstein eine Planck gewidmete Ansprache an dessen Geburtstag geschlossen hat: „Möge es ihm gelingen, die Quantenorie mit der Elektrodynamik und Mechanik zu einem logisch einlichen System zu vereinigen." [E 360] Max Jakob.

ndzüge der technischen Mechanik des Maschineningenieurs. Von Stephan. Berlin 1923, Julius Springer. 160 S. m. 283 Abb. reis Gm. 2,50.

Es war ein dankenswertes Unternehmen, den Lehrern an Masinenbaulehranstalten ein Rahmenwerk als Leitfaden für den Unterrıt der technischen Mechanik zu geben, in dem die Beispiele dem lichen Bedarf des Maschinenbauers entnommen sind. Dies verdient erkennung durch Förderung der Ziele des Verfassers, aber auch durch schläge von recht vielen Seiten, die sich aus den Anwendungshrungen ergeben mögen.

Vorerst fällt auf, daß die einzelnen Wissensabschnitte auf ungleiche ülergesichtskreise eingestellt sind. Viele Abbildungen sind drastisch ach, anderen (Abb. 81) fehlt das Wesentliche. Der Dynamik fehlen Getriebe, die vom Kurbelviereck abgeleitet sind, die Kurbelwelle h Mohr, der Festigkeitslehre fehlen die dickwandigen Rohre und die erenden Scheiben und Räder, der Flüssigkeitslehre fehlt die Dampfmung.

Bei einer Neuauflage wären auch die sinnstörenden Druckfehler a. auf S. 114, 131, 132, 133, 137, 138, 139, 144, 145) zu beseitigen.

Der Verlag hat dem Werk eine gute, sehr reiche Ausstattung mit ildungen, deutlichen Druck und handliche Form gewidmet und e den noch in seiner Hand befindlichen Büchern einen Zettel mit chtigungen und Ergänzungen anheften. [E 332]

Dr. R. Doerfel d. J.

10 Jahre Drehrost-Ofen. Herausgegeben von der Maschinenfabrik C. v. Grueber. Berlin 1923, Selbstverlag. 24 S. mit 8 Abb., 2 Diagr. und 1 Karte.

Unter diesem Titel hat die Maschinenbau-A.-G. Curt von Grueber, Berlin-Teltow, eine kleine Schrift erscheinen lassen, die es sich zur Aufgabe gesetzt hat, dem Leser die Entwicklung des neuzeitigen selbsttätigen Schachtofens[1]) zum Brennen von Zement, Kalk, Magnesit u. dergl. in den ersten 10 Jahren seines Bestehens in Wort und Bild vor Augen zu führen. Angesichts der Tatsache, daß Mitte 1923 bereits mehr als 350 derartiger Öfen betrieben wurden, erübrigt sich ein weiterer Hinweis darauf, welche Bedeutung diese Ofenbauart für die genannten Industrien erlangt hat.

Jubiläumsschriften sind selten erfreulich zu lesen. Von vornherein auf Feststimmung eingestellt, schießen sie meist über ein vernünftiges Ziel hinaus und lassen den Gegenstand der Abhandlung in einem Licht derart milder Verklärung erscheinen, daß die rauhe Wirklichkeit sich beschämt dagegen verbergen muß. Von dieser verkehrten Betrachtungsweise hält sich nun die v. Gruebersche Schrift nicht nur vollkommen fern, sondern sie bleibt auch dann — und das ist das Entscheidende — rein sachlich, kühl und unbefangen, wenn sie die schwachen Seiten des Jubilars zu einer keineswegs nur flüchtig hinhuschenden, sondern im Gegenteil sehr gründlichen Untersuchung heranzieht.

Von dem überhaupt ersten Zementbrennofen in Swanscombe (England), der ein Schachtofen war, ausgehend, gibt der Verfasser zunächst ein abgerundetes Bild davon, wie sich aus dieser allerersten, absatzweise und daher mit großen Ansprüchen an Zeit, Brennstoff und Lohn arbeitenden Brennvorrichtung allmählich ein ununterbrochen und mit nur geringem Brennstoffaufwand zu betreibender Schachtofen entwickelt hat, wie aber selbst für diesen die letzte Stunde geschlagen zu haben schien, als der Drehofen in Deutschland auftauchte, und wie der bereits tot Geglaubte durch den geistreichen Einfall A. Hauenschilds — allerdings in gründlich veränderter Form — zu neuem Leben erwachte und zu einem sehr ernst zu nehmenden Wettbewerber des fast allmächtig gewordenen Drehofens wurde.

Im Anschluß an diese geschichtliche Studie werden die technischen Hilfsmittel betrachtet, die dazu erforderlich waren, um aus dem älteren einfachen, trotz seiner Einfachheit oft schwer zu regierenden Schachtofen eine zwar selbsttätige, jedoch in ihren wichtigsten Funktionen leicht und sicher zu regelnde, auf die wechselnden Ansprüche des Betriebes rasch einstellbare Vorrichtung, die nur der Beaufsichtigung, aber keiner Handarbeit bedarf — mit einem Wort: eine Maschine zu machen. Ferner wird die Einführung des selbsttätigen Schachtofens in die Zementindustrie erzählt, seine wirtschaftliche Bedeutung dargelegt, und zum Schluß ein sehr ausführlicher Vergleich des Drehrostofens mit dem Drehofen gezogen, bei dem, wie bereits weiter oben erwähnt und anerkannt, nichts verschwiegen und nichts hinzugesetzt, sondern alles gesagt ist, was zur Sache selbst vorzutragen war.

Das Ganze ist in einer auch dem Nichtspezialisten verständlichen, leichtflüssigen und niemals langweiligen Sprache geschrieben, deren Anschaulichkeit durch überlegt ausgewählte und gute Abbildungen unterstützt wird. Es ist zu wünschen, daß noch recht viele Jubiläumsschriften von der Art der hier besprochenen Abhandlung das Licht der Welt erblicken möchten, dann würde es bald ein Leichtes sein, die schon so lange erwartete „Allgemeine Geschichte des Deutschen Maschinenbaues" zu schreiben. [E 367] N.

Rationelle Betriebsführung im Braunkohlenbergbau. Von J. Henke. Halle 1924, Martin Boerner. XI, 172 S.

L. Schmitz. Die flüssigen Brennstoffe. Ihre Gewinnung, Eigenschaften u. Untersuchung. 3. Aufl. v. Dipl.-Ing. Dr. J. Follmann. Berlin 1924 Julius Springer. 208 S. mit 59 Abb. Preis Gm. 7,50.

Die deutschen Finanz- und Steuergesetze in Einzeldarstellungen. Bd. 7. **Kommentar zur Dritten Steuernotverordnung vom 14. Februar 1924.** Heft 1: Aufwertung und öffentliche Anleihen. Von Oskar Mügel. Berlin 1924, Otto Liebmann. 110 S. Preis Gm. 3.

[1]) Z. Bd. 64 (1920) Nr. 47, S. 980 u

Volckmanns Kraftfahrer-Bibliothek Bd. 9. **Der Motorradfahrer.** Von Rh. Thebis. Berlin-Charlottenburg 1924, Volckmann Nachf. G. m. b. H. 190 S. m. 92 Abb. Preis Gm. 3.

Sammlung Göschen Bd. 881. **Die Gleichstrommaschine.** Teil 2. Arbeitsweise und Prüfung. Von Fr. Sallinger. Berlin und Leipzig 1924, Walter de Gruyter & Co. 120 S. Preis Gm. 1,25.

Geschichte der Elementar-Mathematik. Von Dr. J. Tropfke. Bd. 6: Analysis. Analytische Geometrie. 2. Aufl. Berlin und Leipzig 1924, W. de Gruyter & Co. 169 S. Preis geb. Gm. 8.

Lehrbuch der Physik. Von B. Dessau. Bd. 2: Optik, Elektrizitätslehre. Leipzig 1924, Barth. S. 669 bis 1627. Preis geh. Gm. 30, geb. 32.

Revision und Reorganisation industrieller Betriebe. Von Dr. F. Moral. 2. verbesserte u. vermehrte Auflage. Berlin 1924, Julius Springer. 138 S. Preis Gm. 3,6, geb. Gm. 4,5.

Neues Systematisches Lehrbuch der gesamten Wirtschaftswissenschaft. Bd. 1. Von Karl Eugen Nickel. Greifswald 1924, Nickel-Neudorff. XVII, 118 S. mit 2 Übersichtstabellen. Preis Gm. 7.

Bibliothek des Radio-Amateurs, 4. Bd. **Die Röhre und ihre Anwendung.** Von C. Riepka. Berlin 1924, Julius Springer. 76 S. m. 100 Abb. Preis Gm. 1,50.

Radio für Alle. Herausgegeb. v. H. Günther & Dr. F. Fuchs. Unabhängige Zeitschrift für Radiotechnik und Radiosport. H. 1. Stuttgart, Franckhsche Verlagsbuchhandlung.

Jahrbuch der Technik. Technik und Industrie. Jahrg. 10. 19[illegible] Stuttgart 1924, Franckhsche Verlagsbuchhandlung. 288 S. mit me[illegible]ren hundert Abbildungen.

Das Weltreich der Technik, Entwicklung und Gegenwart. Von Art[illegible] Fürst. Bd. 2. Berlin 1924, Ullstein A.-G. 510 S. Preis Gm. [illegible]

3. Statistische Zusammenstellung der Betriebsergebnisse von 498 [illegible] werksverwaltungen für das Jahr 1921 bzw. 1921/22. Deutscher Ve[illegible] von Gas- und Wasserfachmännern e. V. 153 S.

Moderne Holzbauweisen. Mit einem Anhang: Statische Berechnun[illegible] Von Dr.-Ing. A. Nenning. München 1924, J. A. Mahr-Ve[illegible] 72 S. Preis Gm. 2.

Die Arbeitsfestigkeit der Eisenbetonbalken. Von W. Thiel. B[illegible] 1924, Julius Springer. 53 S. m. 4 Abb. Preis Gm. 2,25.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 1. Teil **Vorarbeiten und [illegible] ausführung, Erd-, Grund-, Straßen- und Tunnelbau.** 1. Bd. 1. [illegible] Vorarbeiten für Eisenbahnen und Straßen. Neubearbeitet [illegible] C. Claus. 5. Aufl. Leipzig 1924, W. Engelmann. 457 S. m. 129 [illegible] u. 8 Tafeln. Preis Gm. 31, geb. 34.

Lehrbuch der Technischen Physik. Von H. Lorenz. 1. Bd.: T[illegible]nische Mechanik starrer Gebilde. 2. Aufl. Berlin 1924, Julius Sprin[illegible] 390 S. m. 295 Abb. Preis geb. Gm. 18.

Kartelle und Trusts und die Weiterbildung der volkswirtschaftli[illegible] Organisation. Von R. Liefmann. 6. Aufl. Stuttgart 1924, E[illegible] Moritz (Inh. Fr. Mittelbach). 173 S. Preis Gm. 3, geb. 4,50.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Die Frage des Baustoffs im Leichtbau.

In Nr. 22 der Zeitschrift ist unter obiger Überschrift eine Abhandlung von Prof. P. Meyer, Delft, erschienen, worin der gegenseitige Einfluß von Raumgewicht und zulässiger Beanspruchung für verschiedene Belastungsfälle sowie die Formänderungsarbeit untersucht wird. Die gleiche Untersuchung findet sich in meinem 1912 geschriebenen Buch „Die mechanischen Grundlagen des Flugzeugbaus", nur daß sich dort die Untersuchung noch weiter ausdehnt und auch den Einfluß der Formbarkeit der verschiedenen Baustoffe, ferner den Einfluß auf den Luftwiderstand darstellt, sofern das betreffende Bauglied im Wind liegt.

Will man die Formbarkeit bei der vorliegenden Frage mit berücksichtigen, so muß man bei Aufstellung der Gleichungen auf die Querschnittsform eingehen, kann deshalb nicht schlechtweg das Widerstandsmoment proportional d^3 oder das Trägheitsmoment proportional d^4 setzen, sondern muß eben je nach der Querschnittsform verschiedene Ansätze machen, die aber so einfach sind, daß der Hinweis genügen dürfte. Man kommt zu folgenden für einige wichtige Querschnittsformen geltenden, dem genannten Buch entnommenen Werte:

	Vollkreis	Kreisring $n > 1$[1])	Vollellipse $n > 1$[2])
Zugbeanspruchung . .	$\frac{\gamma}{K_z}$	$\frac{\gamma}{K_z}$	$\frac{\gamma}{K_z}$
Biegung	$\frac{\gamma}{K_b^{2/3}}$	$\frac{\gamma}{n^{1/3} K_b^{2/3}}$	$\frac{\gamma n^{1/3}}{K_b^{2/3}}$
Knickung	$2 \alpha^{1/2} \gamma$	$\gamma^{1/2} \alpha^{1/2} \frac{\gamma}{n^{1/2}}$	$2 \alpha^{1/2} n^{1/2} \gamma$

[1]) $n = \frac{d}{s}$, wo d Durchmesser des Rohrs, s seine Wandstärke bedeutet.
[2]) n = Achsenverhältnis der Ellipse.

Hierin ist γ das Raumgewicht des Baustoffs, K_z, K_b die zulässigen Beanspruchungen für Zug und Biegung, α der Dehnungskoefficient $= \frac{1}{E}$

Die Aufstellung besagt, daß die Gewichte eines Baugliedes sich je nach dem verwendeten Baustoff, der Form des Querschnitts und je nach dem Belastungsfall wie die angegebenen Ausdrücke verhalten.

Bei einem geknickten Träger, der einmal als Rohr aus Stahl, das andre Mal als Vollellipse in Holz ausgeführt werden soll, verhalten sich z. B. die Gewichte G_1 des Stahlrohrträgers und G_2 des Holzellipsenträgers

$$G_1 : G_2 = \gamma^{1/2} \alpha_1^{1/2} \frac{\gamma_1}{n_1^{1/2}} : 2\, \alpha_2^{1/2} n_2^{1/2} \gamma_2$$

Bleibt man bei dem Rohrquerschnitt und will einen Rohrquerschnitt in Duraluminium mit einem solchen in Eschenholz vergleichen, so muß man beachten, daß die Formbarkeit des Duralumins weitergeht als die des Holzes, daß also n für das Duraluminrohr wesentlich größer, etwa zu 30 angenommen werden könnte, während man für Holz vielleicht nur 5 setzen dürfte. Abgesehen von den verschiedenen Werten von γ und K_b bei Biegung oder α bei Knickung würden also nunmehr auch in einem Fall $30^{1/3}$, im andern $5^{1/3}$ bei Biegung oder $30^{1/2}$ und $5^{1/2}$ bei Knickung als Vergleichzahlen für die Zweckmäßigkeit des einen oder andern Baustoffs erscheinen.

Fragt man nicht nach dem Gewicht, sondern nach dem Luftwiderstand, den ein gezogenes, gebogenes oder geknicktes Bauglied im Wind erzeugt, je nachdem es aus dem einen oder andern Baustoff oder mit dem einen oder andern Querschnitt hergestellt ist, so sind [illegible]jenigen Baustoffe im Nachteil, welche bei kleinem Raumgewicht ger[illegible] Festigkeit haben; denn sie fordern große Abmessungen und we[illegible] damit dem Wind große Angriffsflächen entgegenstellen. Die U[illegible]suchung ist an sich ebenso einfach wie die vorausgegangene, so [illegible] sich weitere Erläuterungen erübrigen. Das Ergebnis ist die folg[illegible] Zusammenstellung, die gleichfalls dem genannten Buch entnommen [illegible]

	Rechteck	Vollkreis	Kreisring $n > 1$[1])	Ellips[illegible] $n > 1$[illegible]
Zug	$\frac{1}{n^{1/2}} \frac{C_w}{K_z^{1/2}}$	$\frac{2}{\pi^{1/2}} \frac{C_w}{K_z^{1/2}}$	—	—
Biegung	—	$2 \frac{C_w}{K_b^{1/3}}$	$\frac{n^{1/2}}{K_b^{1/3}} C_w$	$2 \frac{C_u}{n^{1/3} K}$[illegible]
Knickung . . .	—	$2 \alpha^{1/4} C_w$	$3 \alpha^{1/4} n^{1/4} C_w$	$2 \frac{C_w}{n^{1/4}}$[illegible]

[1]) $n = \frac{d}{s}$ Verhältnis von Durchmesser zu Wandstärke.
[2]) n = Achsenverhältnis.

Hierin bedeutet C_w den Beiwert des Luftwiderstandes für di[illegible] treffende Querschnittsform, die übrigen Bezeichnungen sind dieso[illegible] wie oben.

Es besteht also eine Verstrickung der Interessen; denn das [illegible]zustrebende geringe Gewicht erfordert andre Rücksichten und Aus[illegible] der Baustoffe und Querschnitte als der gleichfalls anzustrebende ge[illegible] Luftwiderstand. Wann die besten Verhältnisse erreicht werden, [illegible] meine Arbeit „Zusammenhang zwischen Widerstandsverringerung [illegible] Gewichtsvermehrung" in der Zeitschrift für Flugtechnik und Mo[illegible] luftschiffahrt 1923. A. Baumann, Stuttg[illegible]

Aus der Zuschrift von Prof. Baumann ersehe ich erst jetzt, [illegible] in seinem 1913 herausgegebenen Buch einige der von mir angege[illegible] Materialwertziffern bereits zur Berechnung von Flugzeugteilen be[illegible] worden sind. Herr Baumann hat sie aber nicht in der Weise für [illegible] gesamten Leichtbau verallgemeinert wie ich, und es fehlte vor [illegible] auch die zeichnerische Darstellung, durch die ich dem Ingenieur [illegible] Bedeutung des Belastungsfalles bei Auswahl des Materials deutlich [illegible] führen wollte.

Die Anregung, meine Wertziffern, die ich schon seit Jahren [illegible] meinen Vorlesungen benutzt hatte, jetzt zu veröffentlichen, gab [illegible] gerade der Aufsatz „Richtlinien des Leichtmaschinenbaues" des [illegible]senders in der „Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiff[illegible] vom 26. Februar 1924, worin keine Wertziffern bei der Behandlung [illegible] Materialfrage erwähnt sind.

Im übrigen bilden die von Herrn Baumann in seiner Zusc[illegible] erwähnten Untersuchungen lehrreiche Beispiele für den Ausspruch [illegible] Schluß meines Aufsatzes, daß meine Betrachtungen nur allge[illegible] gelten und daß sie bei der Auswahl der Baustoffe durch Erwägu[illegible] andrer Art stark überlagert werden können.

Verschiedene solcher Erwägungen hat Herr Baumann auch in e[illegible] neueren Aufsatz behandelt, der gleichzeitig mit dem meinigen in N[illegible] dieser Zeitschrift erschienen ist. Natürlich konnte das an dieser S[illegible] nur sehr kurz geschehen, und Herr Baumann wird sich vielleicht m[illegible] Meinung anschließen, daß der Entwicklung des Leichtbaues mit [illegible] Herausgabe eines ausführlichen, systematischen Lehrbuches der Me[illegible]nik des Leichtbaues sehr gedient sein würde. Von meiner Seite [illegible] jedoch ein solches Buch nicht zu erwarten. [D 508]

Delft, im Juni 1924. P. Mey[illegible]

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

NR. 32 SONNABEND, 9. AUGUST 1924 BD. 68

I N H A L T

Kippenmechanisierung in Braunkohlen-Tagebaubetrieben.

Von Bergwerksdirektor a. D. Fr. Brennecke, Drebkau b. Kottbus.

Mängel heutiger Handkippen — Durch Mechanisierung erhebliche wirtschaftliche Verbesserung — Betriebsweise, Wirtschaftlichkeit und Vorzüge verschiedener Kippgeräte — Gerätgrößen.

Einleitung.

Wie schon an andrer Stelle[1]) von mir mehrfach hervorgehoben worden ist, haben die eigentlichen Gewinnungsarbeiten im Braunkohlentagebau durch Bagger im letzten Jahrzehnt eine hohe Stufe der Vervollkommnung erreicht, während die Ausschaltung der Handarbeit auf den Kippen und damit die Mechanisierung des gesamten Kippbetriebes sich noch in den Anfängen befindet.

Vergleicht man kurz nach Abb. 1 bis 3 die großzügig angelegte und arbeitende Baggergewinnung eines neuzeitlichen Tagebaubetriebes mit dem Lösen des Materials aus dem festen gewachsenen Zustande, wobei Bagger- und Fahrbetriebe elektrisiert und mit den neusten sonstigen technischen Hilfsmitteln ausgerüstet sind, mit dem Kippbetrieb, so läßt sich ohne Zweifel behaupten, daß die überall zu beobachtende Abnahme der unterzubringenden losen Massen durch Kippen auf einzelnen hinter- und übereinander angeordneten Kippstufen nicht auf der gleichen technischen Ausbildungsstufe angelangt ist.

Abb. 1. Kippenbetrieb von Hand in einzelnen Stufen, Stufenhöhe 9 m.

Eine allgemeine maschinelle Gerätarbeit ähnlich der Baggergewinnung läßt sich vorderhand aus vielfachen Gründen nicht ohne weiteres einführen. Es seien z. B. angeführt: Artunterschied des Deckgebirges und insbesondere je nach der Witterung unterschiedliches Verhalten der Massen bei dem Verstürzen, wechselnde Tragfähigkeit des Liegenden, größere Berg- und Talfahrten nach den einzelnen Kippstufen, persönliche Anschauung der leitenden Herren, Anpassung des Betriebspersonals usw. Trotzdem ist doch in vielen Betrieben die Möglichkeit gegeben, vorhandene Geräte, die sich bereits in längerem Probebetrieb praktisch bewährt haben, mit großen wirtschaftlichen Erfolgen in diesem bisher etwas vernachlässigten Arbeitsvorgang einzusetzen.

Die teure Handarbeit zum eigentlichen Verstürzen der Massen und zum Gleisheben und -rücken muß ausgeschaltet und der Betrieb vereinfacht werden, wodurch Arbeitskräfte erspart werden und die Werke Leistungen von höchster Wirtschaftlichkeit erreichen. Außerdem kann man an Gleismaterial sparen und muß eine Verminderung der Betriebsgefahren bei Berg- und Talfahrten und der hierdurch bedingten Kraftverluste erstreben. Denn es ist von größter Wichtigkeit, daß man einmal die absoluten Gestehungskosten der Braunkohle gegenüber denjenigen anderer Brennstoffe in dem kommenden Wettbewerb vermindert und dadurch insbesondere unter den heutigen Verhältnissen zur Verbilligung eines Hauptbedarfgegenstandes zum Nutzen der Bevölkerung und des Reiches beiträgt.

Wenngleich die Einführung von eisernen Selbstentladewagen, Schnellkippern und Kippgeräten wesentlich die eigentliche Kipparbeit erleichtert hat, so bleiben doch noch erhebliche Mängel in der gefahrlosen Massenbeseitigung, den Gleisarbeiten usw. bestehen.

Abb. 2. Kippbetrieb mechanisiert.

Die Spüleinrichtungen sollen als Sonderbetriebe aus vorliegenden Betrachtungen ausscheiden, da das Thema des Aufsatzes die Bewältigung der zu verstürzenden Massen auf trockenem Wege ist. Desgleichen erübrigt sich, auf das eigentliche Kippen der Wagen durch Selbst- und Schnellkipper oder auf maschinellem Wege einzugehen, wodurch die Entleerung mit geringsten Hilfskräften schon weitgehend mechanisiert ist. Die Einführung von Großabraumwagen wird in einer späteren Abhandlung erörtert werden.

Im Zusammenhange hiermit ist jedoch darauf hinzuweisen, daß erfreulicherweise nach meinen früheren jahrelangen Versuchen mit einfachen und Bunkerspülkippen ausgedehnte Spülanlagen auch in den größten Tagebaubetrieben zum höchsten wirtschaftlichen Nutzen der Werke eingeführt sind.

Verschiedene Arten von Kippgeräten.

Vorläufer für die Ausschaltung der Handarbeit sind verschiedene Klein- und Hilfsgeräte, insbesondere Planier- und Kippenpflüge in verschiedener Bauart und Arbeitsweise. Ihre

[1]) Vergl. die „Braunkohle" Bd. 17 (1918) Heft 7/9 und Heft 35; Bd. 19 (1920) Heft 41.

Abb. 3. Baggerseite.
Maschinelle Gewinnung.
D = Deckgebirge,
K = Kohle.

Vorzüge und Nachteile können als bekannt vorausgesetzt werden, so daß sich weitere Ausführungen an dieser Stelle erübrigen. Die Verwendungsmöglichkeit bleibt jedoch auf besondere Betriebsfälle beschränkt, z. B. auf reine Einebnungsarbeiten, Sonderkippen für Abraummittel, Mutterboden- usw. Bewegungen.

Der Massenförderer, Bauart Humboldt, ist in seiner Arbeitsweise in Abb. 4 dargestellt. Sie gibt einen Arbeitsvorgang des Gerätes wieder, der vielleicht in verschiedenen Betrieben als zweckmäßig eingeführt werden könnte. Soweit bekannt, laufen jedoch Geräte dieser Anordnung in den einschlägigen Betrieben noch nicht. Ihre Verwendung setzt zweckmäßig eine eigentliche Sturzkippe als Oberkippe für die Abraumzüge und je eine weitere Unter-, Haupt- und Transportkippe für die Materialbeförderung voraus.

Als Hauptmangel bleibt jedoch, auch bei andrer Anordnung, an dem Arbeitsverfahren bestehen, daß die Gerätgleisfläche auf der Hauptkippe von Hand eingeebnet werden muß.

Abb. 5 stellt das Absetzgerät der Lübecker Maschinenbau-Ges. als neueres Versuchsgerät mit Durchfahrt dar. Die frühere Ausführung ohne Durchfahrt hat sich für kleinere Leistungen und passende Betriebsfälle gut bewährt, obgleich die von dem An- und Abfahren und der Entleerung der Abraumzüge abhängige Tätigkeit als Mangel bezeichnet werden muß.

Die Verbesserung, die dadurch erzielt worden ist, daß man eine ungehinderte Betätigung der Züge durch profilfreie Durchfahrt ermöglicht hat, ist als guter Fortschritt anzusehen. Ein Probegerät läuft seit einiger Zeit zur Zufriedenheit auf einem größeren Werk im Magdeburger Bezirk.

Der Hauptgrundsatz der Arbeitsweise, den Kippzug mit Lokomotiven und Wagen auf dem vorderen Gleise des Gerätes zu entleeren und die Massen durch eine Kratzerleiter von immerhin beschränkter Länge von etwa 8 m der natürlichen Abrollböschung des Abraumgutes zuzufördern, läßt jedoch vielfach die nicht unberechtigte Befürchtung aufkommen, daß bei ungünstigem Material, treibendem Liegenden und gleitenden Massen, ein Abgehen des stark belasteten Gleises bei größeren Ausbrüchen an der tiefen Böschung nicht ausgeschlossen ist. Die radiale untere Führung der Kratzerkette verrichtet bei der eigentlichen Vorbewegung der Massen außerdem eine erhebliche unproduktive Arbeit.

Die dem Uyhleinschen Apparat anhaftenden Mängel sollte das in Abb. 6 dargestellte Gerät des Verfassers ausschalten.

Der von der Maschinenfabrik Buckau ausgeführte Abraumförderer, Abb. 7, arbeitet nach diesem Grundsatz. Bei etwa 15 m Hinterleiterlänge, 6 m Baubreite des Apparates und etwa 6 m Länge der vorderen aufnehmenden Eimerkette auf größerem Umlenkturas, ist eine Entfernung der Züge von der vorderen hohen Böschungskante mit rd. 27 m gegeben. Das erste Probegerät läuft nunmehr nach mehrjähriger Unterbrechung der Versuche auf einem Werke der Niederlausitz seit Monaten ausgezeichnet. Einzelne kleinere Anstände, die jedoch unabhängig von dem Grundprinzip waren, sind dabei inzwischen beseitigt worden.

Abb. 4. Massenförderer, Bauart Humboldt.

Größere Mängel sind allerdings in der Allgemeinbauart be-gründet, und zwar durch eine verhältnismäßig beschränkte Länge der durchgehenden schweren Eimerförderkette, die schwierige Unterbringung und Verlagerung der Antriebkraft an der vollen angezogenen Kette, die größere Eigenlast sowie die damit bedingte Anordnung eines Gegengewichtes und hierdurch bewirkte Verlängerung des Vortransportes in erhöhtem Maße. Als Nachteil, allerdings etwas nebensächlicher Art, wäre außerdem anzuführen, daß sich die geförderten Massen nicht für besondere Zwecke getrennt verteilen lassen.

Abb. 8 bis 10 geben nunmehr eine Neuerung wieder, die auf dem ähnlichen oben und in früheren Abhandlungen eingehend beschriebenen Grundsatz beruht. Sie sucht ebenfalls eine größt-mögliche Entfernung zwischen den Gleisanlagen und der Kippböschung zu erreichen, wobei jedoch die vorbezeichneten Nachteile ausgeschaltet werden sollen.

Das Gerät läuft mit seinem Gehäuse und den darin eingebauten Antriebvorrichtungen auf einem maschinell rückbaren Drei- oder Vierschienengleise. Der vordere Kippförderer, als Eimerleiter mit Kette zur Aufnahme der gestürzten Massen, stellt mit einem mechanisch oder von Hand streckbaren Planierstück die Längskippgrube in beliebigem dreieckigem Querschnitt her, nimmt die lose gestürzten Massen auf und bewegt sie zur Rückseite des Gerätes. Hier erfolgt die wie bei Baggern übliche Entleerung in einen Schüttrichter, von dem mittels Schurren die Massen durch Klappenstellung entweder auf einen

Abb. 5. Absetzgerät mit Durchfahrt, Bauart der Lübecker Maschinenbau-Ges. (Uyhlein

freitragenden Längsförderer (Plattenförderer mit mulden- oder kastenförmigem Querschnitt, Band- oder ähnlichem Transporter) verteilt oder vor und hinter eine heb- und senkbare kürzere Kratzerkette geschüttet werden.

Längsförderer mit Platten haben sich in den verschiedenen Ausführungen bei Sonderarbeiten, vorwiegend in Holland ausgezeichnet bewährt, so daß einer Weiterbewegung des Abraumgutes durch sie Bedenken nicht entgegenstehen. Das Plattenband wird entweder mittels Abstreicher und Bürsten oder bei Frostgefahr durch Abspritzen mit Wasser oder Soole durch Düsen unter hohem Druck bei sehr geringen Mengen gesäubert.

Die Massen werden am Ende abgeworfen, so daß sich, im besonderen beim Gleisrücken in größeren Zeitabständen, entin dieser Richtung hin günstig verlaufenen Vorversuchen entsprechend, eine festere Auflagerung des Gebirges als durch natürliches Abrollen an der Böschung ergibt.

Die kürzere Kratzerkette hat vorwiegend die Aufgabe, nur verhältnismäßig geringe Materialmenge vorzuarbeiten und ein sauberes Vorplanum für das Gleisrücken zu schaffen. Es ist ferner bei dem Führer des Kippgerätes ermöglicht, ein möglichst zweckmäßiges Material als Gleisbettung den oberen Lagen zuzuführen.

Die Antriebe der Einzelfördermittel lassen sich bei dieser Gesamtanordnung übersichtlich und zugänglich im Gerätehause unterbringen. Ist einmal durch beide Transportmittel eine gewisse gegenseitige Aushilfe geschaffen, so ist anderseits eine Massenverteilung in beliebigen Mengen und nach wahlweiser Beschaffenheit bei günstiger Festlagerung gegeben.

Ein wesentlicher Vorzug liegt jedoch bei der vereinigten Anordnung der Fördermittel darin, daß ein bisher erforderliches Gegengewicht zur schweren hinteren Eimer- und Förderkette wegfällt und tote Massenbewegung und erhöhte Belastung daher ausscheiden. Die Gewichte der Eimer

er und der Kette sowie der Hinterför-erer sind annähernd gleich und werden urch die Verlagerung der Antrieb-naschinen (elektrische oder Dampfmaschi-en) vollkommen ausgeglichen.

Durch die Anordnung der dritten 00 mm-Spurschiene auf dem Apparat-leis ist, wie schon erwähnt, ein ma-chinelles Gleisrücken unter den besten oraussetzungen gewährleistet. Der Heb-nd Senkfähigkeit der Kratzerkette zu-lge läßt sich das Vorplanum für die leisanlage, entsprechend der Einlagerung s Gebirges mehr oder weniger steigend, erstellen. Ob das Gleis abschnittweise ler ununterbrochen gerückt wird, hängt n den günstigen Betriebserfahrungen . Mittels der Vorderleiter mit Planum-ück, beide für sich heb- und senkbar, ird die Längskippgrube eingeebnet.

Mit wöchentlich einmaligem Rücken geben sich bei 500 m Länge der Kippe d 35 m Kippenhöhe $500 \times 35 \times 1{,}4 =$ 500 m³ Massenunterbringung auf je 1 m icken, bei 6 m Breite des Gerätes als Vor-d $25\,900 \times 6 = 155\,400$ m³ Aufnahmefähigkeit. Mithin ist bei einer ggerleistung von 5000 m³ je Tag das Gleis alle 31 Tage zu cken, bei einer Baggerleistung von 10 000 m³ je Tag alle 15 Tage.

Mit einem 20 m langen Vorförderer würde man unter di gegebenen Beispielen bis zu einem Vorrücken des Apparat-gises auf die vordere Böschungskante, die naturgemäß zwischen-zlich ständig fortschreitet, $25\,900 \times 20 = 518\,000$ m³ Massen vstürzen können.

Es würden also bei 5000 m³ täglicher Baggerleistung 1 Tage, bei einer Baggerleistung von 10 000 m³ je Tag 51 Tage verstreichen, wodurch eine denkbar günstige Festlagerung des ge-schütteten Gebirges zu erwarten steht.

Abb. 6. Abraumförderer, Bauart Brennecke.

Abb. 7. Abraumförderer der Maschinenfabrik Buckau.

Bei der entfernteren Lage des eigentlichen Kippgleises mit Lokomotiven und Wagen von $20 + 6 + 8 = 34$ m Vorlagerung, ergeben sich

$25\,900 \times 34 = 880\,600$ m³ Massenunterbringung, mithin
bei einer Baggerleistung von 5 000 m³ je Tag 176 Tage Lagerzeit,
„ „ „ „ 10 000 „ „ „ 88 „ „
zum Festwerden der Hauptmengen auf der Kippenfläche.

Es ist in diesem Falle auch bei verhältnismäßig kurzen und niedrigen Kippen eine überaus hohe Standsicherheit gewährleistet.

Unter der Annahme der nachstehenden Bedingungen:

durchgehende Betriebzeit . . 20 h je Abraumtag,
Auflockerung des Gebirges . 75 vH,
Eimerfüllung . . . . 75 vH,
Eimerschüttungen . . . . . 25 in 1 min,

kommen nunmehr folgende Ausführungsarten des Gerätes in Frage:

Nr.	Aufnahmekette Eimerinhalt l	Baggerleistung gew. m³/Tag	m³/Schicht
1	150	rd. 2 500	833
2	200	„ 3 375	1 125
3	300	„ 5 062	1 687
4	250	„ 4 218	1 406
5	400	„ 6 750	2 250
6	500	„ 8 430	2 810

Es wird in vielen Fällen erforderlich werden, daß man am Anfang und Ende des Apparatgleises ohne Auflage auf festen Gebirgsschichten bzw. mit Verkürzung oder Verlängerung der Gleisanlage arbeitet oder Instandsetzungen an den über die Kippenböschung hinaus ragenden Teilen vornimmt. Wenn man dies erreichen und die bisherigen Mängel ausschalten will, muß man den Kippenförderer ähnlich wie bei Schaufelbaggern über dem fahrbaren Untergestell auf einen Laufkranz aufbauen und mittels wagerechten Zahnkranzes und Stirntriebes um einen beliebigen Winkel gegen die Längsachse der Apparatgleisanlage entsprechend Abb. 9 drehen. Der Entfernungsunterschied zwischen Gerät und eigentlichem Kippgleis wird hierbei durch Verstellen der Vorderleiter mit dem heb- und senkbaren Planumstück, das sonst vorzugsweise zur Ausbaggerung der wirklichen Aufnahmelängsgrube dient, in geradliniger Verlängerung ausgeglichen.

Abb. 8 und 9. Kippenförderer, neue Bauart Brennecke.

Bei der eigentlichen Betriebs- und Arbeitsweise ergibt sich eine bedeutende

Nutzleistung aus dem durchgängigen, von den Kippenzügen völlig unabhängigen Lauf des Kippenförderers. Die nutzbare Kippenlänge steht den anfahrenden Zügen zur Entleerung der Wagen voll zur Verfügung, so daß das bisher kostspielige Warten der Züge wegfällt und die Ausnutzung der Bagger damit auf eine bisher noch nicht erreichte Höhe gebracht wird. Durch die fast wagerechte An- und Abfahrt auf dem festgelegten Bagger- und Kippenhorizont ohne Berg- und Talfahrten werden ebenfalls sonst häufig vorkommende Störungen ausgeschaltet.

Die fast nur in größeren Zeitabschnitten vorzunehmende Arbeit des Gleisrückens begünstigt neben sonstigen Vorzügen die Anlage von Rund- und Wechselfahrten auf dem Kippgleise, so daß bei Beschickung der Kippgrube durch kleinere Züge und von mehreren Baggern aus ebenfalls Wartezeiten vermieden werden. Beliebig von den angeführten Längenabmessungen lassen sich Aufnahmeleiter, Plattenförderer und Kratzerkette bis zur höchsten Belastungsgrenze des Gerätes verlängern. Auch kann die freie Fallhöhe der Massen durch schrägere Stellung des Langförderers vergrößert werden. Auf die günstigen Wirkungen des erhöhten Abwurfes von Gebirgsmaterial in bezug auf die Standsicherheit der Kippenböschung näher einzugehen, würde an dieser Stelle zu weit führen.

Abb. 10. Kippenförderer, neue Bauart Brennecke.

In besonders günstiger Weise läßt sich bei der neuen Bauart entgegen den bisherigen Kippenfördergeräten die Frage der Verlagerung des Gesamtgerätes auf drei Punkten auf getrennten Laufzeugen entsprechend der Anordnung bei den Großbaggern lösen (theoretische Dreipunktlagerung). Unter der hochgeführten Schüttrinne der Eimerleiterkette hat man genügend Platz gelassen, um ein Zwei- oder Einschienenfahrgestell in günstiger Weise bei ständiger Erhaltung des Schwerpunktes in der Mittellage unterzubringen.

Bei ausgesprochenen Rundfahrten mit Links- oder Rechtskurven des gesamten Abraumbetriebes zeigt sich schon nach wenigen Monaten ein überaus hoher einseitiger Verschleiß in den Fahrzeugen. Bei den Lokomotiven ist ein Drehen im Gleisdreieck in periodischen Abständen ohne weiteres möglich. Bei den einseitig kippenden Abraumwagen ist dies jedoch nicht der Fall, da die Lage des Kippgleises zur Abrollböschung als feststehend gegeben ist.

Der hierdurch hervorgerufene Mangel wird durch eine weitere Verbesserung dadurch beseitigt, daß die Kippgrube mit annähernd symmetrischem Querschnitt, rund oder eckig, zwischen dem Apparat und dem Kippgleis ausgehoben wird, so daß ein Verstürzen der Massen vom eigentlichen Kipp- wie auch vom Apparatgleis ermöglicht ist.

Wenngleich auch der auf letzterem fahrende Kippenförderer eine unbeschränkte Durchfahrt nicht gestattet, ist es doch erreicht, das Gleis von vorn und hinten zu befahren und, abgesehen von dem jeweiligen Arbeitsstandorte des Gerätes, die Wagen in die Kippgrube zu entleeren, um so mehr als der nächste Wechselzug auf dem Kippgleise anfährt.

Bei der Einführung eines Abraumförderers ist es erforderlich, für Aushilfskippen Sorge zu tragen, obschon durch die Normung aller Gerät- und Antriebteile und die ausreichende Aushilfehaltung in den wesentlichen Schleiß- und Gerätestücken bei eintretenden Störungen vorgesorgt ist.

Wirtschaftlichkeit und sonstige Vorzüge.

Unter verhältnismäßig normalen Betriebs- und Gebirgsvorbedingungen ist für die Bedienung der nunmehr bestmöglich mechanisierten Kippe eine Belegung wie folgt gedacht:

Kippenbedienung	Schichtleistung m³		Tagesleistung m³	
	1 666	3 333	5 000	10 000
Apparatführer	1	1	3	3
Abschmierer	1	1	3	3
Hilfsmann, Ablöser	—	1	—	3
Kipper	4	6	12	18
Aufsicht	1	1	3	3
insgesamt:	7	10	21	30

Es ergibt sich daher bei der Kippenarbeit mit Selbstentla eine Leistung je Mann und Schicht:

bei einer Baggerleistung von 5 000 m³ am Tage 240 m³,
„ „ „ „ 10 000 „ „ „ 333 „

Das Gleisrücken der Apparat- und Kippenbahnen erford wöchentlich 6 h bei 5 Mann Bedienung = 30 Arbeitsstunden o rd. 5 Arbeitsschichten. Die Gleissäuberung und die Hebearbeit, die einer besonderen Wartung üb- haupt nicht bedürfen sollten, si hierbei vernachlässigt.

Die bisher für Handbetrieb - brauchten Aufwendungen für die gleiche Kipparbeit stellen s zum mindesten auf das Dreifache dieser Rechnungsbetrie, so daß schon durch die Höhe der ersparten Lohnsummen hohe Wirtschaftlichkeit begründet ist.

Zur Frage der Kapitalanlage ist bezüglich der Gl- anlage anzuführen, daß die aufzuwendenden Kosten durch Freiwerden von vorhandenen ausgedehnten Kippgleisanlagen nähernd ausgeglichen werden. Das Anlagekapital für den penförderer selbst tilgt und verzinst sich aus dem Gew ertrage und der Erhöhung der Gesamtleistung in außerordent günstiger Weise.

Neben dem durch die errechneten und praktisch tatsäch durchzuführenden Einheitsleistungen begründeten erheblichen triebsgewinn ergeben sich außerdem noch folgende wesentl Vorzüge: vereinfachter übersichtlicher Betrieb, Wegfall der gef lichen Berg- und Talfahrten sowie erhebliche Ersparnis der U haltungskosten an Gleisen und Fahrgeräten.

Ein außerordentlich wesentlicher Vorzug durch die führung einer gefahrlosen Hochkippenmechanisierung ist we hin darin zu verzeichnen, daß einmal das freigelegte Lieg durch Ausschaltung von Bermenflächen für die Einzelkippen Berg- und Talfahrten, Auszügen usw. erheblich verbreitert für andere Zwecke und erhöhte Massenunterbringung frei und anderseits unter Verminderung der eigentlichen Kipp größere freie Flächen für landwirtschaftliche und Siedlungszw zur Verfügung stehen. Hierdurch verändern sich vorteilhaft e falls alle Gesichtspunkte bei der Verteilung der Massen Haldenkippen sowie beim Verstürzen im Tagebau selbst. Die wird dem vielfach vorkommenden Mangel an Kippflächen wirk begegnet und des weiteren ansstelle der für den Abraum fortlau in Anspruch genommenen Flächen Austauschgelände gescha

Auch die Maßnahmen im Betrieb werden wesentlich günstigt durch die nicht unerhebliche Einschränkung der Be schaft, den flotteren Betrieb und die erhöhten Leistungen. Bei Regelmäßigkeit des Abstürzens in längerer Kippgrube steht au dem der Einführung von Großabraumwagen nichts entgegen, so mehr, als sich die Rückarbeit in längeren Zeitabschn maschinell mit gleichzeitiger Fortbewegung des Kippgleises vereinfachen läßt.

[B 20

Das Problem der Vorkalkulation und seine Lösung[1].

Von K. Hegner, Prokurist und Oberingenieur von Ludw. Loewe & Co. A.-G., Berlin.

Die neuzeitliche Vorkalkulation bezweckt, die Herstellungszeiten an der Hand gründlicher Untersuchungen zu berechnen und die Herstellverfahren zu verbessern. Nach dem heutigen Stand hat die Vorkalkulation folgende Aufgaben zu lösen: Vereinheitlichung der Grundlagen, Ordnung und Ausbau der Berechnungsverfahren, Richtlinien für ihre Anwendung, Ausbildung von Personal.

In der Industrie treten zeitweise aus der Fülle der Fragen und Aufgaben, die Beantwortung und Erledigung erheischen, einige hervor, für deren Lösung besonderes Interesse besteht. Solche 'ragen sind gewöhnlich irgendeiner in der Zeit liegenden be-)nderen Not entsprungen, und an ihrer Klärung wird deshalb ;it erheblichem Nachdruck gearbeitet. Es sei in dieser Hinsicht rinnert an die Frage des Kraftflusses, brennend geworden durch ie Beschränkung unserer Kohlenförderung, und an die Frage ər Selbstkostenberechnung, entstanden durch die Wirrnisse der aflation. Zu diesen gesellt sich — in ihrer Bedeutung und ihrem iel wohl noch nicht in den weitesten Kreisen erkannt — in euerer Zeit die Frage der Vorkalkulation von Akkorden.

Welches sind denn nun die Ziele und Vorteile, die Anlaß əben, daß man sich mit dem Problem der Vorkalkulation neuer- ngs so stark beschäftigt?

Die Antwort auf diese Frage ist die Feststellung, daß man der deutschen Industrie wieder wettbewerbfähig fabrizieren uß. Es geht uns nicht mehr so wie in der Inflationszeit, daß e Möglichkeit eines Geschäftes nur vom Überhauptliefernkönnen)hängt, sondern sie hängt jetzt wieder vom Billigliefern-)nnen ab.

Man betrachtete bisher die Vorkalkulation meist nur als n E n t l o h n u n g s p r o b l e m, man verband mit ihr diglich den Zweck, den Akkordverdienst des Arbeiters ıszurechnen. Wenn die Vorkalkulation nichts weiter als nur ıs erreichen wollte, dann könnte man sehr wohl den Einwand rstehen, der immer wieder gegen die Einführung der doch ımerhin mit Kosten verbundenen Vorkalkulation angeführt wird, n Einwand: um den Akkordverdienst des Arbeiters festzustellen, nügen einfachere Verfahren mit einem kleineren Aufwand und ringerem Personal, das macht der Meister am Schluß der Woche ıd man hat mit den Leuten keinen Streit; denn schließlich muß r Arbeiter ja doch auf irgendeine Weise den Verdienst erhal- ı, den er nun einmal braucht.

Nach diesem Grundsatz der Vorkalkulation geschah die Er- chnung des Akkordverdienstes meist in der Weise, daß ent- əder der Geldbetrag für den Akkord oder aber die zur Her- ellung gebrauchte Zeit geschätzt wurde, und daß man im zweiten ılle die Zeit mit dem Stundenverdienst multiplizierte und sich ıbildete, auf diese Art vorkalkuliert zu haben.

Die neuzeitliche Vorkalkulation hat aber ein ganz anderes el als nur das der Berechnung des Akkordverdienstes; das ist r sie nur ein Abfallprodukt. Sie ist w e n i g e r e i n l o h n- ◌chnisches, als vielmehr e i n f a b r i k a t i o n s t e c h n i- h e s Problem, und zwar aus dem Grunde, weil sie nicht nur n Wochenverdienst irgendeines Arbeiters ausrechnen, sondern ə durchschnittlich erreichbare günstigste Herstellungszeit aus- ıdig machen soll. Um dieses Ziel zu erreichen, dringt die Vor- lkulation in die Elemente der Fabrikation ein, stellt fest, auf elche Weise die Arbeitsvorgänge am günstigsten erledigt werden nnen, schafft Formeln, nach denen sie die kürzeste Herstel- ıgszeit berechnet und sorgt endlich durch Unterweisung des beiters dafür, daß diese kürzeste Herstellungszeit im Be- eb tatsächlich erreicht wird. Der Wert und Nutzen, ja die ıtwendigkeit der Vorkalkulation, von der jetzt so viel ge- rochen wird, liegt also darin, daß sie das Arbeitstempo stimmt, daß dieses Tempo nicht mehr dem Gutdünken, der kenntnis, oft der Widerwilligkeit des Arbeiters über- sen wird. Als Richtschnur für die Herstellung dienen lmehr die auf Grund von Untersuchungen und Studien echneten und nicht mehr die durch irgendwelche Schätzungen undenen Fabrikationszeiten. Die Vorkalkulation wird so m Spiegelbild des Erzeugungsherganges, das in zahlen- ßigem Ausdruck alle Herstellungsereignisse festhält. Unnach- htlich werden Fehler und Schäden schon dadurch aufgedeckt, 3 die vom Arbeiter verbrauchte Zeit nicht mit der von der Vor- kulation berechneten übereinstimmt. Der Vergleich dieser den Zeiten läßt die Fehlerquellen erkennen, die in der Fabri- ion die günstigste Durchführung des Arbeitsvorganges ver- ıdern, und ermöglicht so ihre Abhilfe.

[1] Vortrag, gehalten anläßlich der Jahresversammlung des Gesamtver- des der Deutschen Metallindustriellen am 20. April 1924 und des Vereins ıtscher Werkzeugmaschinenfabriken am 26 Mai 1924.

Wenn früher die Kalkulation sich nach den im Betrieb verbrauchten Zeiten richtete, so erzielt die moderne Vorkalkulation das umgekehrte, d. h. der Betrieb richtet sich nach dem durch die Vorkalkulation bestimmten Wert. Die Folge davon ist natürlich, daß man nicht mehr wie früher als strengstes Geheimnis betrachtet, mit welchen Rechnungsgrößen das Kalkulationsergebnis erzielt wurde, welche Vorschübe und Schnittgeschwindigkeiten man einsetzte; im Gegenteil, man gibt dem Arbeiter mit der Absicht von diesen Werten Kenntnis, daß er sie während seiner Arbeit innehält. Denn wenn die Kalkulation die kürzeste Herstellungszeit errechnet, so muß auch dafür gesorgt werden, daß sie im Betrieb zu erreichen ist, und das geschieht eben dadurch, daß man dem Arbeiter vorschreibt, auf welche Weise er seine Arbeit verrichten soll.

Wir sehen also, daß die neuzeitliche Vorkalkulation die Zügel der ganzen Herstellung in der Hand hält und zwar dadurch,

1. daß sie berechnet, wie eine Arbeit in der günstigsten Weise und in der kürzesten Zeit zu erledigen ist,
2. daß sie durch ihre jederzeit prüfbaren Teilgrößen Schäden im Betrieb aufdeckt, Schäden, die oft auf einem ganz andern Gebiet als auf dem der Arbeitsverrichtung selbst liegen,
3. daß sie dem Arbeiter die Art und Weise der Erledigung der Arbeit vorschreibt,
4. daß sie objektiv den Verdienst des Arbeiters dadurch berechnet, daß eine vom Arbeiter durchschnittlich erzielbare Herstellungszeit für die Arbeitsverrichtung zugrunde gelegt wird,
5. daß sie als Grundlage für die Berechnung richtiger Verkaufspreise dient (denn sie stellt die Erzeugungsaufwendungen in ihrer tatsächlichen Größe zusammen; nur wer richtig kalkuliert, kann richtige Verkaufspreise angeben, und nur wer seinem Herstellungsaufwand entsprechende Verkaufspreise angeben kann, ist wettbewerbsfähig),
6. daß sie wenigstens in bezug auf die Lohnbemessung den Betrieb unabhängig macht von den Werkmeistern und diese ihrem eigentlichen Aufgabenkreis zuführt.

Gewiß wird in vielen neueren Werken nach den oben entwickelten Gesichtspunkten kalkuliert, aber selbst in diesen Fällen bezieht sich die so aufgemachte Kalkulation meist nur auf das Gebiet der maschinellen Fertigung; in bezug auf das mindestens ebenso umfangreiche Gebiet der Handarbeit, des Zusammenbaues, sind auch vorgeschrittene Firmen noch weit zurück. Jedenfalls darf man wohl behaupten, daß bei dem Durchschnitt aller Werke die Vorkalkulation alles andere ist als eine auf den Grundsätzen der wirtschaftlichen Fertigung beruhende Rechnung. Meist wird auch heute noch zur Feststellung von Akkorden die Arbeitszeit von einem Meister oder einem besonderen Beamten geschätzt, also ohne Eindringen in den Arbeitsvorgang festgestellt, allenfalls durch Vergleich mit ähnlichen Arbeiten roh überschlagen.

Diese Art der Vorkalkulation hat mit der geschilderten nichts zu tun, denn sie gilt den Arbeitsvorgang nur so ab, wie der Arbeiter ihn vor sich gehen läßt, aber nicht so, wie es im Interesse des Herstellungsganges läge; sie b e z a h l t wohl, aber sie v e r b e s s e r t nicht.

Wenn der festgestellte Zustand der allgemeine Stand der Vorkalkulation ist, so muß man nach Wegen suchen, die das eigentliche Problem der Vorkalkulation seiner Lösung zuführen. Diese Wege sind folgende fünf:

1. Vereinheitlichung der Grundlagen für die Kalkulationsrechnung.
2. Systematische Ordnung der Berechnungsverfahren.
3. Ausbau der Berechnungsverfahren.
4. Richtlinien für die Anwendung der Verfahren für die einzelnen Herstellungsgebiete.
5. Ausbildung von Personal, das die Rechnungsverfahren zu handhaben versteht.

1. Die V e r e i n h e i t l i c h u n g d e r G r u n d l a g e n f ü r d i e K a l k u l a t i o n s r e c h n u n g hat sich besonders auf zwei Punkte zu erstrecken: Es muß zunächst ein einheitlicher Maßstab für die Bemessung der zu berechnenden Arbeit gewonnen werden. Es bestehen jetzt zwei Möglichkeiten, das Ergebnis einer

Vorkalkulation auszudrücken, nämlich: Geld und Zeit. Um die Beständigkeit der Akkorde zu gewährleisten, wird neuerdings nicht nur die Berechnung des Akkordes in Geld, sondern auch seine Vorgabe in Zeit an den Arbeiter empfohlen. Die führenden Werke der Industrie sind durchweg zu diesem System — dem Zeitakkord[1]) — übergegangen. Seine Vorteile liegen darin, daß die Zeit als Meßmittel unwandelbar ist, daß sie einen Maßstab für die günstigste Erledigung des Arbeitsvorganges gibt, daß sie einen Anreiz für den Arbeiter darstellt, sie zu unterbieten, daß weiterhin schon der Vergleich der berechneten mit der gebrauchten Zeit Fehler und Mängel im Herstellungsgang aufdeckt, und daß endlich die Streitpunkte im Betrieb verringert werden. Denn Streitigkeiten über die Höhe eines Akkordes können immer nur das Gebiet der Fertigung selbst betreffen; die Lohnfrage schaltet beim Zeitakkord aus.

Der andere Punkt, der zur Vereinheitlichung der Grundlagen für die Kalkulationsrechnung in Frage kommt, ist: wie soll der vorgegebene Zeitakkord in Geld umgewertet werden? Hier ist es Aufgabe der Tarife, den richtigen Weg zu finden; denn der Zeitakkord gilt nur die Menge der geleisteten Arbeit ab, die Wertigkeit der Arbeit aber soll ihre Berücksichtigung in dem Geldbetrag finden, der für die Akkordminute oder Akkordstunde festgesetzt ist. Ist dieser Geldbetrag in bezug auf seine Höhe nicht richtig bemessen, gilt er also die Wertigkeit des zur Ausführung eines Arbeitsauftrages erforderlichen Arbeiters nicht in der richtigen Weise ab, dann kann er eine noch so genau durchgeführte Akkordberechnung hinfällig machen. Die Grundlage für die Umrechnung des Zeitakkordes in Geld muß sein: die genau berechnete Akkordzeit für die im Mittel erreichbare günstigste Herstellung mal Akkordbasis ergibt den Stundenverdienst des Arbeiters. Infolgessen muß die Akkordbasis so hoch bemessen sein, daß der Durchschnittsverdienst einer durch ein bestimmtes Fachkönnen gekennzeichneten Arbeitergruppe erreicht wird. Das schließt nicht aus, daß innerhalb dieser Gruppe der tüchtige Mann über, der weniger tüchtige unter diesem Durchschnittsverdienst auf Grund seiner Akkordleistung erzielt. Ist aber die Akkordbasis niedriger bemessen, als dieser Durchschnittsverdienst der betreffenden Arbeitergruppe, dann kommt die Vorkalkulation in die Versuchung, ihre errechnete Zeit zu fälschen, d. h. sie reichlicher zu bemessen, als der durchschnittlich erreichbaren kürzesten Herstellungszeit entspricht. Denn nur auf diese Weise ist es möglich, den Unterschied zu überbrücken, der zwischen der zu niedrig bemessenen Akkordbasis und demjenigen Verdienst besteht, den der Arbeiter einer Gruppe wirklich haben soll. Der Kalkulator wird also verleitet, nicht nur die Dauer der Arbeit, sondern auch noch den Wert des Arbeiters im Ergebnis seiner Berechnung zu berücksichtigen.

Wenn man an die Akkordbasis die Forderung stellen muß, daß sie die Wertigkeit der mit ihrer Ausführung beauftragten Arbeiter richtig abgelten soll, so ist eine weitere Forderung, daß die Akkordbasen verschieden hoch sein müssen, um die Wertigkeit der einzelnen Arbeiter zu berücksichtigen. Falls diese Forderungen aus irgendwelchen Gründen beim Abschluß von Tarifverträgen keine Berücksichtigung finden können, ist es vorzuziehen, wenn die geldliche Höhe der Akkordbasis überhaupt nicht festgelegt, sondern ihre Bemessung den einzelnen Werken überlassen wird.

2. Der zweite Weg, der zur Lösung der Aufgaben der Vorkalkulation genannt wurde, war die systematische Ordnung der Berechnungsarten. Diese Arbeit ist im wesentlichen gelöst durch das Zusammenstellen des Unterrichtsmaterials, das in Berlin zum Zwecke der Ausbildung von Stücklohnkalkulatoren geschaffen wurde, und zwar kennen wir vier solcher Berechnungsarten, die für jedes Fertigungsgebiet anwendbar sind, und die sich nur durch die verschiedene Genauigkeit ihrer Ergebnisse unterscheiden.

a) Das rohe Rechnen. Es geschieht in der Weise, daß der Gesamtarbeitsweg, den das Werkzeug bei einem Bearbeitungsvorgang zurücklegen muß, ausgerechnet wird, daß dann die Schnelligkeit der Bewegung, mit der es die Bearbeitung vornimmt, durch eine Erfahrungszahl ausgedrückt wird, und daß man endlich durch Division dieser beiden Zahlen die annähernde maschinelle Bearbeitungszeit findet. Die Handbearbeitung wird nach diesem Verfahren in der Weise vorkalkuliert, daß der gesamte Arbeitsvorgang unterteilt wird, daß dann die Arbeitszeit für diese Teilaufgaben geschätzt wird, und daß endlich die Teilzeiten addiert werden. Das Schätzen des kleineren Arbeitsumfanges einer Teilaufgabe kann genauer ausgeführt werden, als wenn der gesamte Arbeitsvorgang auf einmal abgeschätzt wird.

[1]) Maschinenbau Bd. 3 (1924) Heft 19, Richtlinien für die Einführung des Zeitakkordes, ausgearbeitet vom Unterausschuß für Handarbeit beim Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung. Vergl. a. Z. Bd. 68 (1924) S. 17 u. f.

b) Das Vergleichen. Man wendet es an, wenn m gleiche Arbeitsvorgänge bei einer Reihe von ähnlichen Werkstück berechnen soll. Man berechnet in diesem Falle die Herstellun zeit für das kleinste und größte Stück und bestimmt die zwischenliegenden Werte durch Vergleich der Abmessungen.

c) Die dritte Berechnungsart ist das genaue Rechn auf Grund von planmäßig aufgebauten Erfahrungswerte Man versteht unter solchen Erfahrungswerten Rechnungsgröß für die Vorkalkulation, die in Tafeln geordnet sind, und de Zahlenwerte nicht durch irgendwelche Messungen oder Versuc gefunden, sondern von erfahrenen Betriebsleuten auf Grund ih Werkstattpraxis angegeben sind. Der Vorteil solcher Rechnun unterlagen liegt darin, daß sie schnell zusammengestellt wer können, denn sie brauchen keine umfangreichen Untersuchung und weiter darin, daß alle Kalkulationsrechnungen mit gleichen Zahlengrößen ausgeführt werden, falls ihre zwangläufi Benutzung allen Vorkalkulatoren eines Betriebes zur Pflicht macht wird.

d) Die vierte Berechnungsart beruht darauf, daß man Rechnungsgrößen nicht, wie es eben geschah, aus den E fahrungen der Praktiker bildet, sondern sie in der Werkst mißt. Hierbei werden sowohl Maschinen- wie auch Handzei durch Zeitstudien festgestellt.

Das Wesen der Zeitstudie besteht darin, daß man Arbeitsvorgang, der kalkuliert werden soll, zunächst in se Elemente zerlegt. Diese so geschaffenen Unterteilungen wer auf einem zweckentsprechend ausgestalteten Formular a geschrieben und ihre Zeitdauer — dem Arbeiter sichtbar — der Sekundenuhr gemessen und die gemessenen Werte in Formular eingetragen. Durch die Niederschrift der Fabrikatio elemente ihrem Namen und ihrer Zeitdauer nach werden Fehler und Unzulänglichkeiten in der Fabrikation offenbar. Fehler — und darin besteht der nächste Abschnitt der Z studie — werden durch planmäßige Verbesserungen der We zeuge, der Vorbereitung des Materials und durch die Wahl ein richtigen Maschine beseitigt. Dieser Vorgang, den man „Rationalisierung des Arbeitsprozesses" bezeichnet, ist es, der Zeitstudie ihren besonderen Wert verleiht, werden doch durch Ersparnisse von 30 bis 50 vH erzielt. Der letzte T der Zeitstudie ist dann eine neue Zeitaufnahme, die die Gru lage für die endgültige Festlegung der Akkordzeit ist.

3. Der dritte Weg für die Lösung des Kalkulationsproble ist der Ausbau der geschilderten vier Berechnungsarte Dieser Ausbau kann auf zweierlei Weise geschehen; einmal durch, daß in der ganzen Industrie an der Vertiefung die Methoden gemeinsam gearbeitet wird und dann nicht minder du Einzelarbeit in den Fabriken. Es müssen für die einzeln Berechnungsverfahren zahlenmäßige Unterlagen geschaffen w den, die als Richtwerte für eine wirtschaftlich günstigste H stellungszeit angesehen werden können und der Industrie Verfügung stehen. In bezug auf die Lösung dieser Aufga sind eine ganze Reihe von Ansätzen vorhanden. Es sei bes ders darauf hingewiesen, daß in Berlin beim Ausschuß f wirtschaftliche Fertigung zwei Unterausschüsse stehen, die es sich zur Aufgabe gesetzt haben, Kalkulationsunt lagen für Maschinen- und Handarbeit zu schaffen und die Berechnung dieser Zeiten erforderlichen Hilfsmittel zu klär Die ersten solcher Zahlentafeln, die durch Mitarbeit namhaf Fachleute geschaffen sind, werden demnächst veröffentlicht. Hauptstelle für den Ausbau des Kalkulationsmaterials soll a das kürzlich in Berlin gebildete Reichskuratorium z Ausbildung von Stücklohnkalkulatoren Es ist beabsichtigt, daß diese Stelle die erwähnten zahlenmäßig Unterlagen sammeln, sichten und herausgeben soll, und zwar wohl zum Zwecke des Unterrichtes in weiteren Ausbildun kursen, als auch zum Zwecke der Benutzung in den Betrie selbst.

Der Ausbau der Kalkulationsverfahren muß aber auch du Einzelarbeit gefördert werden, denn die von dem Reichsku torium zur Verfügung gestellten Werte können immer nur Ric werte sein, die dann den eignen Verhältnissen angepaßt wer müssen. Dieser Ausbau durch die Einzelarbeit in den Betrieb hat dann aber noch den Zweck, die rechnerische Handhabung vereinfachen. Auch für diese Arbeit sind in den für den erwä ten ersten Ausbildungskursus in Berlin geschaffenen Unterla zahlreiche Beispiele gegeben, die nur auf die einzelnen triebe übertragen werden müssen. Diese Beispiele zeigen, daß Ausbau der Kalkulationsverfahren bis zu einer derartigen V vollkommnung getrieben werden kann, daß die Rechenarbeit der Erledigung der verschiedensten Kalkulationsaufgaben auf

inste Maß beschränkt wird. Die Kalkulationsergebnisse nen aus entsprechenden Diagrammen oder Tafeln einfach abesen werden und befriedigen trotzdem infolge ihrer gründlen Entwicklung in bezug auf die Genauigkeit. Durch solchen sbau der Kalkulationsverfahren dürfte es möglich sein, die Beken zu beseitigen, die vielleicht gegen den Kostenaufwand belen mögen, den die Durchführung der Vorkalkulation mit sich ngt.

4. Die vierte Aufgabe, die zur Lösung des Kalkulationsblems genannt wurde, ist die Schaffung von Richtlinien die Verwendung der vorhin aufgezählten Kalkulationsverren in bezug auf die einzelnen Arbeitsgebiete. Man muß eine re Antwort auf die Frage schaffen: Welche von den vier geilderten Verfahren wende ich denn nun für meinen Betrieb um diejenigen Fehlschläge zu vermeiden, die durch Benutzung r falschen Rechnungsart entstehen können? Zwei Dinge geben Ausschlag, welche von den vier Methoden eine Vorkalkulation utzen muß, und zwar sind das die Stückzahlen der Werkstücke, üblicherweise in der Werkstatt bearbeitet werden, und die chschnittliche Arbeitsdauer des einzelnen Akkordes oder des elnen Arbeitsvorganges. Die Stückzahl ist insofern maßend, als bei großen Stückzahlen die genauste Berechnungsart lich die Zeitstudie gewählt werden muß; dasselbe gilt für e Bearbeitungszeiten. Bei kleineren Stückzahlen genügen die iger genauen Berechnungsarten, mit denen man dafür die Kaltionsrechnung um so schneller zu einem der Praxis genügen- Ergebnis führen kann.

Auf Grund dieser Gesichtspunkte wird also in der Massenugung nur die Zeitstudie zur Schaffung von Kalkulationsrlagen heranzuziehen sein, und zwar wird man hier die Zeitie vornehmen für jeden einzelnen Arbeitsvorgang bei jedem ommenden Werkstück besonders. Die der Massenfabrikation en großen Stückzahlen gestatten es, den Aufwand, den die studie mit sich bringt, für jeden einzelnen Arbeitsvorgang Kauf zu nehmen.

Auch in der großen Reihenfertigung ist die Zeitstudie das ge Mittel, um zu richtigen Kalkulationsergebnissen zu kom- Aber hier dient sie nicht nur der Ermittlung der Arbeitsfür einen Gegenstand, sondern sie kann so ausgebaut werden, sie für eine ganze Reihe von Werkstücken ähnlicher Gestal- zur Kalkulation benutzt werden kann; dadurch wird sie auch er großen Reihenfertigung wirtschaftlich.

Das schwierigste Gebiet in bezug auf die Wahl des Kalkula- verfahrens ist die kleine Reihen- und Einzelfertigung, und zwar salb, weil hier die Bearbeitungsvorgänge und die Werkstücke rordentlich verschieden sind. Wollte man hier etwa auf die e kalkulieren, daß man für jeden der verschiedenen Arbeitsinge, für jedes täglich, ja stündlich wechselnde Werkstück tudien macht, so würde der dazu nötige Aufwand viel zu sein, als daß sich eine Kalkulation mit diesen Grundn überhaupt durchführen ließe. Besonders bei der Einzelung kann man, wenn es sich um die Berechnung von Arorgängen von kurzer Dauer handelt, das Kalkulationsergebuf Grund des rohen Rechnens oder durch Vergleiche er. Die Fehler, die diesen ungenauen Berechnungsverfahren sind, gleichen sich im Betrieb aus. Es hat in solchen Fällen ich keinen Sinn, den Kalkulator eine Rechnung aufmachen ssen, die eine Viertelstunde dauert, um nachher bei einem tsvorgang, der nur einmal ausgeführt wird, vielleicht durch lange Rechnung zwei Minuten zu ersparen.

Die ausgedehnteste Anwendung für die Vorkalkulation in leinen Reihen- und Einzelanfertigung findet das Rechnen mit äßig aufgebauten Erfahrungswerten. Es ist bei der Anwen- dieser Größen aber darauf zu achten, daß sie bei langernder maschineller Bearbeitung umzuformen sind auf die- Werte für Schnittgeschwindigkeit und Vorschub, die ler benutzten Maschine tatsächlich zu erreichen sind. ließlich sei noch darauf hingewiesen, daß hier eben- Kalkulationsunterlagen auf Grund von Zeitstudien gefen werden können. Die Zeitstudien würden sich dann nicht auf einzelne Werkstücke beziehen, sondern auf mmer wieder in jeder Werkstatt vorkommenden gleichn Arbeitsverrichtungen, wenn sie auch an den verlensten Werkstücken zur Ausführung gebracht werden. Kalkulationsunterlagen erfordern zu ihrer Herstellung lich größere Mühe. Sie lassen sich für ihren Gebrauch außerordentlich handlich, zeitsparend und einfach gestalten, ß der Aufwand, den ihre Schaffung verursacht, durch die en genaueren Ergebnisse schließlich doch wieder wetticht wird.

5. Der letzte Weg zur Durchführung der Vorkalkulation ist die Ausbildung von Personal, das in der Lage ist, die Kalkulationsverfahren nach den geschaffenen Richtlinien in die Betriebe einzuführen. Die Technischen Hochschulen können die Vorkalkulation deshalb vorläufig nicht in der gewünschten Weise in ihr Lehrprogramm aufnehmen, weil der wissenschaftliche Aufbau bisher noch weit zurück ist, und weil das Kalkulieren nur in engster Fühlung mit der Praxis geschehen kann. Es gibt eine Anzahl von Teilaufgaben in der Vorkalkulation, die sich niemals wissenschaftlich lösen lassen, die vielmehr nur durch das Urteil des Praktikers gelöst werden können. Die Industrie muß sich deshalb vorläufig selbst helfen, und so ist der in Berlin von dem Verband Berliner Metallindustrieller gemeinsam mit der ADB beschrittene Weg der Ausbildungskurse für Stücklohnkalkulatoren auch für andere Bezirke des Reiches besonders zu empfehlen. Es ist zu begrüßen, daß die ganze Frage der Ausbildung in der Industrie nach einem einheitlichen Plan behandelt werden soll, und daß zu diesem Zweck das bereits genannte Reichskuratorium geschaffen ist, das alle diese Bestrebungen vereinheitlichen soll. Die Aufgaben des Reichskuratoriums sind dieselben, die für die Durchführung der Vorkalkulation überhaupt genannt wurden, nämlich Vereinheitlichung der Grundsätze, Ordnung der Berechnungsverfahren, zahlenmäßiger Ausbau dieser Verfahren, Aufstellung von Richtlinien für ihre Verwendung und die Ausbildung des Personals.

Die Einrichtung weiterer Ausbildungskurse in andern Bezirken des Reiches kann aber nicht so lange auf sich warten lassen, bis das Reichskuratorium die genannten Aufgaben zu einem gewissen Abschluß gebracht hat, und deshalb empfiehlt es sich, daß die einzelnen Bezirke auf dem gleichen Wege zu arbeiten anfangen, der in Berlin mit so großem Erfolg beschritten ist. Aus den dort gesammelten Erfahrungen seien über die Ausgestaltung und Durchführung solcher Ausbildungskurse einige Hinweise gegeben. Es sind dabei außer der Kostenfrage folgende Punkte zu beachten:

1. der Lehrer,
2. der Lehrstoff,
3. die Methodik des Unterrichts,
4. die Teilnehmer.

Als Lehrer empfiehlt es sich, einen in der Praxis stehenden Ingenieur in möglichst leitender Stellung zu wählen, der schon durch seine Stellung das nötige Ansehen mitbringt und der außerdem in der Lage ist, den vielen von den Teilnehmern gestellten Fragen standhalten zu können, die die Vorkalkulation mit der Fabrikation und der Lohnfrage aufs engste verknüpfen.

In bezug auf den Lehrstoff ist zu sagen, daß es in Zukunft von dem Reichskuratorium in vereinheitlichter Form geschaffen und ausgegeben werden soll; da aber bis zur Fertigstellung des Stoffes durch diese Stelle noch ein weiter Weg ist, so empfiehlt es sich, vorläufig den Stoff zu benutzen, der bisher in Berlin zusammengestellt und bereits in drei Ausbildungskursen für Unterrichtszwecke verwendet wurde. Er erscheint in der Form eines „Lehrbuches der Vorkalkulation" bei Julius Springer, Berlin, und enthält alles, was grundsätzlich über den Aufbau der Vorkalkulation zu sagen ist. Wenn auch die Beispiele meist — nicht immer — sich auf das Gebiet der Dreherei beziehen, so sind sie doch ohne weiteres maßgebend für andre Bearbeitungsvorgänge. Die Beispiele sind in 107 Tafeln — gegenüber der ersten Sammlung erheblich erweitert — zusammengestellt, und ihr Inhalt ist durch den begleitenden Text ausführlich erläutert. Ein Teil der Tafeln wird von der ADB besonders gedruckt und an die Bezirksverbände abgegeben. In der Form des gedruckten Buches stellt das Material eine Hilfsmittelsammlung dar, aus dem die Kursusteilnehmer und Betriebsleute das herausfinden, was für ihren Betrieb zur Einführung und Durchführung der Vorkalkulation das zweckentsprechendste ist.

Die Form des Unterrichts wurde bei allen drei Ausbildungskursen so gestaltet, daß der Stoff in wöchentlich 2 mal 2 Unterrichtstunden vorgetragen, gegen Schluß der Stunde im einzelnen besprochen und an der Hand von Beispielen durch Rechnung erläutert und endlich den Teilnehmern vervielfältigt in die Hand gegeben wurde. Zweck dieser Maßnahme war, das durch den Vortrag Gebotene und durch die Besprechung Erläuterte den Teilnehmern einzuprägen; denn man hat ja oft genug die Erfahrung gemacht, daß das nur Gehörte halb oder falsch verstanden wird, und daß dann diese falschen Meinungen in den Betrieben zur Auswirkung gelangen und das Gegenteil von dem erzielen, was mit der Ausbildung ebenfalls bezweckt wurde, nämlich eine Vereinheitlichung der Kalkulation.

Die Durchführung des Unterrichts in dieser Form wird um so schwieriger sein, je mehr zerstreut die Firmen eines zusammengehörigen Bezirkes liegen, wie das ja wohl in der Provinz

meist der Fall ist. Es würde hier vielleicht zweckmäßig sein, daß die Teilnehmer alle 14 Tage einmal des Sonnabends oder Sonntags zum Unterricht zusammengerufen werden; die Besprechung müßte sich dann allerdings über mehr als die üblichen zwei Unterrichtstunden erstrecken. In diesem Kursus müßte der Lehrstoff gedruckt und vorbereitet den Teilnehmern zur Verfügung gestellt und in großen Zügen besprochen werden. Bis zu der nächsten Zusammenkunft müßte den Kursusteilnehmern die Aufgabe gestellt sein, auf Grund der gegebenen Erklärungen das Material selbst zu verarbeiten. Die nächste Zusammenkunft würde dann mit einer Besprechung derjenigen Unklarheiten eingeleitet, die sich bei der Durcharbeitung bei den einzelnen Kursusteilnehmern gezeigt haben. Endlich müßte dann den Teilnehmern über den durchgesprochenen, durchgearbeiteten und nachher durch die Besprechung noch einmal geklärten Stoff Aufgaben gestellt werden, die sie bis zur nächsten weiteren Stunde gelöst haben müssen. Auf diese Art würde es möglich sein, auch dann einen Ausbildungskursus durchzuführen, wenn es sich nicht wie in Berlin ermöglichen läßt, die Teilnehmer wöchentlich ein- oder zweimal zusammenzurufen.

Die Teilnehmer wurden in folgender Weise zusammengestellt:

Es wurde bei den Verbandsfirmen ein Aufruf erlassen, daß die Kurse von einem bestimmten Zeitpunkt ab stattfinden und daß die Firmen geeignete Teilnehmer namhaft machen möchten. Die Nennung erfolgte auf einem Formular, auf dem die Stellung des Bewerbers, seine praktischen und theoretischen Kenntnisse, sein technischer Werdegang angegeben werden mußte. Die Bewerbungen, die übrigens so zahlreich einliefen, daß bereits das erstemal drei Kurse hätten gefüllt werden können, wurden dann durch den Vorsitzenden des örtlichen Kuratoriums gemeinsam mit dem Lehrer nach der Richtung hin ausgesiebt, möglichst Leute in die Kurse hineinzunehmen, die bereits praktisch kalkuliert hatten, vor allen Dingen aber solche, die an leitender Stelle in der Kalkulation standen. Damit wurde bezweckt, daß die in dem Kursus gelehrten Verfahren an der richtigen Stelle zur Kenntnis kamen, und daß ihrer Durchführung in den Kalkulationen von den Vorstehern kein Widerstand entgegengesetzt wurde, sondern daß vielmehr von diesen Stellen Förderung erfuhren. Es hat wirkl keinen Sinn, in solche Kurse Leute in unselbständiger Stell hineinzunehmen, denen der Nachdruck fehlt, das Gelernte nach in die Praxis umzusetzen.

Selbstverständlich wird die Lösung des Kalkulationsproble nicht gleich am Anfang restlos erfüllt. Vor allen Dingen ist warnen, sofort mit den verwickeltesten Berechnungsarten zu ginnen; es sei denn, daß es sich um das Gebiet der fließen Massenfertigung handelt. Wie stets, so führt auch hier die E wicklung vom Einfachen zum Gründlichen. Die Hauptsache daß man überhaupt einmal anfängt, Zeiten zu berechnen, die Kennzeichen für eine wirtschaftliche Fertigung dienen.

Daß die Durchführung der geschilderten Kalkulationsmet den, also auch die Durchführung des Zeitakkordes, nicht o Widerstand von seiten der Arbeitnehmer vor sich geht, ist sell verständlich. Es liegt in der Natur der Sache, daß Unkennt und Unverstand immer Gegner einer jeden Neuerung sein wer und da hat es keinen Zweck, mit Gewaltmitteln auf einm die Durchführung der Zeitberechnung auf jeden Fall zu zwingen. Man fährt besser, auf dem Wege des Überzeugenwoll die sich etwa entgegenstellenden Widerstände zu beseitigen, wenn das Richtige, Vorteilhafte erkannt ist, so wird sich deutsche Arbeiter ihm kaum entgegenstellen.

Zweck der vorliegenden Ausführungen ist es, einen weite Kreis mit dem Kern der neuzeitlichen Vorkalkulation vertraut machen, davon zu überzeugen, daß sie dazu berufen ist, Gerech keit in bezug auf die Bewertung der Arbeitsleistung des Arbei zu schaffen, vor allen Dingen aber dazu, für die Allgemein der Wirtschaft Wesentliches zu erzielen, nämlich die Produk zu heben und zu verbilligen. Nicht dadurch, daß man dem beiter hier und da einige Minuten oder Pfennige abzwackt abhandelt, sondern dadurch, daß die Vorkalkulation die Geld Zeit kostenden Unzulänglichkeiten der Fabrikation an den Pra stellt, daß sie die Quelle einer jeden Produktion aufsucht, daß nämlich die Herstellverfahren studiert, läutert und verbesser

[B 49

Amerikanischer Temperguß.

H. A. G. Schwartz, der bekannte amerikanische Tempergußfachmann, hat vor einiger Zeit ein Buch[1]) herausgegeben, worin er seine Erfahrungen auf diesem wichtigen Sondergebiet zusammenfassend niedergelegt hat und ein ausgezeichneter Überblick über den augenblicklichen Stand der hochentwickelten amerikanischen Tempergußindustrie gegeben wird. R. Stotz[2]) hat sich der dankenswerten Aufgabe unterzogen, den Inhalt dieses Buches in seinen wichtigsten Teilen auch den deutschen Fachleuten zugänglich zu machen. Seinen Ausführungen sind die folgenden Angaben entnommen.

Als Erfinder des „schwarzkernigen" Tempergusses gilt Seth Boyden, der dieses Verfahren um 1826 in Newark, N. J., anwandte. 1920 betrug die gesamte amerikanische Erzeugung an Temperguß in 204 Tempergießereien 1 286 300 t. Der Temperrohguß enthält 2,4 bis 2.5 vH C. bei dünnen Stücken bis zu 3 vH, 0,6 bis 0,8 vH Si, 0,065 bis höchstens 0,10 vH S und 0,15 bis 0,20 vH P. Zum Schmelzen werden fast ausschließlich Kuppelöfen, seltener Siemens-Martin- und Elektroöfen, diese nur in Verbindung mit dem Kuppelofen und der Klein-Bessemer-Birne, angewandt. Der Kuppelofen ist die billigste Umschmelzvorrichtung; er hat jedoch den Nachteil, daß das Eisen einen zu hohen S- und C-Gehalt annimmt.

Getempert wird mit oder ohne Glühmittel (Quarzsand, Hammerschlag, Walzsinter oder dergl.) in Glühtöpfen von 375 bis 400 mm Breite, 450 bis 600 mm Tiefe und 300 bis 350 mm Höhe. Die Glühöfen fassen 50 bis 350 Töpfe in Stapeln von 3 bis 4 Stück. Auf den Boden des untersten Glühtopfes kommt eine 25 bis 75 mm dicke Lage Glühmittel, darauf werden Abgüsse hineingeschaufelt und zwischendurch wieder Glühmittel, die die verbleibenden Hohlräume ausfüllen sollen. Der oberste Topf erhält eine 50 bis 100 mm hohe Decklage aus Glühmitteln und meistens einen gußeisernen Deckel oder eine Lehmschicht oder beides. Vor dem Schließen der Töpfe muß mit einem Hammer an die Wand geklopft werden, damit sich der Inhalt setzt.

Die übliche Glühtemperatur liegt zwischen 815 und 980 °C, die Höchsttemperatur wird 24 bis 60 h und sogar noch länger eingehalten, wobei der längeren Glühzeit niedrigere Temperaturen entsprechen. Die Abkühlung beträgt 3 bis 7 °C in der Stunde. Der Tempervorgang erfordert in der Praxis meist wenigstens 7 Tage; bei großen Öfen sind 12 bis 14 Tage nicht ungewöhnlich.

Guter Temperguß besteht aus Ferrit und Temperkohle. Die Temperkohle entsteht durch Zerfall von Zementit nach der Gleichung

$$Fe_3C = 3\ Fe + C$$

dadurch, daß freier Kohlenstoff bei einer bestimmten Glühtemperatur weniger löslich ist als Zementit. Der Vorgang verläuft um so rasc je höher die Glühtemperatur ist. Ihre Höhe ist jedoch aus folge Gründen beschränkt: Verziehen der Abgüsse, Zusammenbacken Glühmittels, Reißen des Mauerwerks, Verschleiß der Glühtöpfe, gr Brennstoffverbrauch, sowie wegen der grobflockigen Ausscheidung Temperkohle und grobkristallinen spröden Ferritstruktur. Die Hö temperatur wird in guten Öfen etwa 25 h bei 925 °, etwa 50 h bei und etwa 80 h lang bei 785 °C eingehalten. Am Ende der Glühzeit Höchsttemperatur ist das Eisen nicht vollständig getempert, da Gehalt an gebundenem Kohlenstoff beim Gleichgewichtszustand um größer ist, je höher die Glühtemperatur liegt. Auf das Glühen folgt sehr langsames Abkühlen bis gerade unter Ar_1. Nachdem die Reak bei Ar_1 vollständig verlaufen ist, kann die weitere Abkühlung beli rasch vor sich gehen.

Der Temperrohguß schwindet um etwa 2 vH; beim Tempern folgt infolge Abscheidung der Temperkohle eine Ausdehnung von 0,5 1 vH, worauf bei der Modellherstellung Rücksicht zu nehmen ist.

Beim Schleifen darf der amerikanische Temperguß keinesfalls warm werden, da sich hierdurch die Temperkohle in dem glühe Eisen wieder auflöst und es härtet. Diese Eigenschaft benutzt auch dazu, um an untergeordneten Werkzeugen glasharte Arbeitsflä herzustellen.

Der Temperguß hat ein spezifisches Gewicht von 7,23 bis 7,45. N den amerikanischen Abnahmevorschriften wird neuerdings eine festigkeit von über 35,2 kg/mm² und eine Dehnung von über 10 vH 50 mm Meßlänge verlangt. Die Proportionalitätsgrenze beträgt ⅓ und die Fließgrenze etwa 6/10 der Zugfestigkeit. An Druckpr von 12 mm Dmr. und 25 mm Höhe wurde bis zu 63,3 kg/mm² keine Br erscheinung bemerkt. Der Elastizitätsmodul liegt bei 15 500 kg/m unter Druck und bei 17 600 kg/mm² unter Zug. Die Biegefestigkeit etwa den doppelten Wert der Zugfestigkeit erreichen. Die Scherfe keit wurde zu 31,6 kg/mm² bestimmt. Die Schlagfestigkeit bei Prü mit dem Charpy-Hammer an Probestäben von 100 mm² Querschnitt 53 mm Länge mit einer 3 mm tiefen 45 °-V-Kerbe beträgt 5,1 mkg. Ursache des vorzüglichen Verhaltens von Temperguß gegen Stoßb spruchung erklärt sich dadurch, daß die Temperkohle im Ferrit stehende Risse in ähnlicher Weise aufhält wie ein Loch, mit dem Risse in Glocken oder dergl. abbohrt. Die Härte nach Brinell (10 Kugel-Dmr., 3000 kg Belastung) schwankt zwischen 101 und 145. Üb Werte sind 110 bis 120. Die Härteprüfung nach Shore ist für T perguß ungeeignet, da sie ziemlich gleiche Werte bei Gußstücken verschiedener Festigkeit ergibt.

Vergleichsversuche über die Bearbeitbarkeit ergaben, daß sic einer Minute Grauguß 4,98 mm, Temperguß 5,31 bis 6,1 mm und S 1,32 bis 2,16 mm tief bei sonst gleichen Bedingungen bohren ließ.

[N 317] Dr.-Ing. A. Pom

[1]) H. A. G. Schwartz: American Malleable Cast Iron. First ed. Cleveland (Ohio), 1922. The Penton Publishing Co. XVIII u. 416 S. m. 190 Abb

[2]) „Stahl und Eisen" Bd. 44 27. März 1924 S. 333.

Der erste internationale Kongreß für angewandte Mechanik[1].

Von Dr.-Ing. A. Nádai, Göttingen.

Die Förderung der Zusammenarbeit der Mathematiker, Physiker und Ingenieure war der Leitgedanke des ersten internationalen Kongresses für angewandte Mechanik in Delft. Neuere Fortschritte der Hydro- und Aerodynamik und der Festigkeitslehre.

Technische Fortschritte werden oft durch einen Aufschwung eines Zweiges der Naturwissenschaften vorbereitet. Umgekehrt haben zielbewußte Bestrebungen, wie sie der In-genieurberuf und die Erfindertätigkeit des Technikers in sich chließen, schon oft die reine Forschung angeregt. Die Quellen, us denen diese beiden Geistesgebiete schöpfen, und die Mittel, eren sie sich bedienen, sind sehr verwandt: Beschreibung der Vorgänge in der Natur, Einschränkung des natürlichen Gechehens — entweder zur Schaffung neuer, denknotwendiger Folerungen aus den Beobachtungen, die das Gemeinsame in ihnen uszudrücken vermögen — oder zur Vervollkommnung irgend ines dem täglichen Leben dienenden Zweckes. So verdankt die 'echnik der Mechanik die Möglichkeit, die Bewegungen und leichgewichtszustände der Körper beschreiben zu können. Es st dies nur ein Beispiel des nützlichen Übergreifens der angeammelten Erfahrungstatsachen eines Wissensgebietes zur Be-uchtung eines andern. Hier soll nur auf einzelne solcher Fälle ingewiesen werden.

Wenn die günstigste Form der starren Luftschiffe und 'ragflügelprofile der Flugzeuge durch Modellversuche ı Windkanälen ermittelt werden kann, erlauben es die Modellegeln der Mechanik, aus den Versuchen im kleinen Maßstab auf ie Verhältnisse bei der Strömung der Luft um diese Körper zu chließen. Eine weit ausgebaute Theorie dieser Strömungen geattet, die für das Flugzeug maßgebende Auftriebkraft zu berechnen.

Die das Geschiebe in den natürlichen Flußläufen und in den ünstlichen Kanälen der großen Wasserkraftanlagen bewegenden räfte dürften sich wohl demnächst in ähnlicher Weise vorheragen lassen.

Die Benutzung des Kreisels für technische Zwecke, z. B. als ichtungsweiser an Stelle des Magnetkompasses beruht auf einer nwendung der Gesetze der Bewegung des starren Körpers und n besonderen eines viel angewendeten Verfahrens der Mechanik: es Verfahrens der kleinen Schwingungen von Lagrange, mit essen Hilfe die für die Stabilität der Bewegung eigentümlichen rößen aus den vereinfachten Differentialgleichungen berechnet erden können.

Betrachtet der Techniker die im Vergleiche zu ihren Spanneiten äußerst schlanken neueren Bogenbrücken aus Eisenbeton, it denen die Täler im Zuge von Bahnen besonders im Hochbirge überspannt werden, so erfreut ihn die großartige Kühnit ihrer Abmessungen, die sich mit einer vollendeten Schönheit r Form verbindet. Dem Techniker bewußt, dem kunstsinnigen etrachter vielleicht noch nicht bewußt, haben hier die Fordengen der Statik Ausdrucksformen angenommen, in denen ein auch jener Harmonien zu spüren ist, die sich in den Kunsterken menschlichen Schaffens wiederfinden. Zu solchen Konruktionen waren außer der Statik auch ein Sinn für das Schöne d eine wissenschaftliche Erforschung der Baustoffe und ihrer genschaften erforderlich. Dank der großen Anpaßfähigkeit der rmen der Eisenbetonbauweise an die sonst in technischen Wern nur schwer zu vereinigenden Forderungen statischer und rtschaftlicher Art und künstlerischen Schaffens darf erwartet erden, daß sich diese Beispiele bald vermehren werden.

Für solche und ähnliche Aufgaben auf andern Gebieten ist ie wissenschaftliche Durchdringung der einschlägigen Fragen forderlich, wodurch die Grenzgebiete der Technik, Physik und athematik in heutiger Zeit an Bedeutung gewinnen. Die Fördeng der Zusammenarbeit der Mathematiker, Physiker und genieure war daher der Leitgedanke des ersten internationalen ongresses für angewandte Mechanik in der holländischen Techschen Hochschule in Delft.

Im Vordergrunde dieser ersten Tagung standen als Verndlungsstoff die Dynamik der nicht zusammendrückbaren issigkeiten und die sich auf die Bruchvorgänge und die Bildnkeit der festen Körper beziehenden Fragen der Festigkeitsre, auf deren Gebieten während der letzten Jahre wohl die ßten Fortschritte erzielt worden sind.

Man ist in der Hydro- und Aerodynamik bemüht, die für die lgültige Ausbildung einer Strömungsform ausschlaggebenden rgänge zu erfassen. Diese spielen sich in der Flüssigkeit ab, die der Oberfläche der umspülten Körper oder der benetzten Wandungen zurückgehalten wird (Grenzschicht). In diesen Teilen macht sich die Reibung der übereinander hinweggleitenden Flüssigkeitsschichten so stark bemerkbar, daß das mechanische Bild der vollkommenen Flüssigkeit zur Beschreibung der Bewegung nicht mehr ausreicht. Eine Reihe von bedeutsamen Untersuchungen und schönen Vorführungen bezog sich auf die Vorgänge in diesen Grenzschichten, ferner auf die Klärung der Bedingungen, unter denen sich die Grenzschichten in Wirbel auflösen. Der durch diesen Zerfall eingeleiteten wirbeligen Flüssigkeitsbewegung und den Gesetzmäßigkeiten in ihrem ausgebildeten Zustand waren scharfsinnige Untersuchungen gewidmet.

In der Festigkeitslehre macht sich, soweit die Metalle in Betracht gezogen werden, das Eindringen der Metallkunde mit allen ihren Hilfsverfahren immer mehr bemerkbar. Die Aufzeichnung einer Anzahl von mehr oder weniger willkürlich herausgegriffenen Erfahrungstatsachen und Größen, die hier in der ersten Zeit der Entwicklung die Grundlage für die Metallbewertung bildete, scheint allmählich den physikalischen Prüfungsverfahren zu weichen, die eine mehr objektive Bewertung anbahnen, indem sie allen Vorgängen bei Formänderungen und beim Bruch nachgehen.

Der um die Durchbildung des bekannten optischen Meßverfahrens zur Bestimmung der Spannungsverteilung in beanspruchten Körpern sehr verdiente Ingenieur E. G. Coker, London, konnte in einer Reihe prächtiger farbiger Aufnahmen Anwendungsbeispiele des Verfahrens vorführen. Es beruht darauf, daß durchsichtige Körper in ihrem gespannten Zustand das Licht in doppelter Weise brechen, und wurde von Coker in einer Weise ausgebildet, daß man es heute zur quantitativen Bestimmung ebener Spannungszustände mit Erfolg in der Praxis des Maschinenbaues verwenden kann.

Über den Stand der Mechanik der Gleichgewichtszustände plastischer Körper berichtete Prandtl, Göttingen. Die Spannungsverteilung in plastischen Körpern kann zur Zeit hauptsächlich in denjenigen Körpern angegeben werden, die unter einer gleichbleibenden Schubspannung fließen. Da es für die meisten Zwecke der Festigkeitslehre genügt, sich auf kleine Formänderungen zu beschränken, die mit den Körperabmessungen noch nicht vergleichbar sind, läßt sich beispielsweise das an der Fließgrenze nur wenig beanspruchte weiche Eisen als ein solcher Körper ansehen. Es ist in den letzten Jahren gelungen, für diesen speziellen plastischen Körper eine Anzahl strenger Lösungen anzugeben, so für das ebene Problem (die eindringende Schneide) und das Torsionsproblem.

A. A. Griffith, Farnborough, wies auf die Unstimmigkeit hin, die zwischen dem aus den intermolekularen Kräften gefolgerten Wert der Zugfestigkeit spröder Körper und ihren beobachteten Werten besteht. Jene ist sehr viel größer als die beobachteten Zerreißspannungen. Für seine seit einigen Jahren vertretene Ansicht der Schwächung dieser Körper durch zahlreiche unsichtbare Risse sprachen die verblüffenden Versuche, mit denen es ihm gelang, den Nachweis zu führen, daß nahe bis zur Schmelztemperatur erhitzte und nachher rasch abgekühlte Glas- oder Quarzfäden wie auch Stäbchen, solange sie sich in dem instabilen und rißlosen Zustand befinden, tatsächlich eine wohl noch an keinem Stoff beobachtete Zugfestigkeit (bis zu 60 000 kg/cm^2) aufweisen. Stäbe, die in ihrem mittleren Teil auf dünne Fäden ausgezogen waren, brachen bei ihrer Biegungsbeanspruchung in den dicken Stabenden, in denen das Material seine gewöhnliche Festigkeit behalten hatte.

Mit seinen wunderlich verzerrten Aluminiumgroßkristallen lenkte J. Czochralski[2]), Frankfurt a. M., die Aufmerksamkeit auf ein bemerkenswertes Ergebnis der Metallforschung, auf die Möglichkeit der Erzeugung von großen Metallkristallen, die viel zur Klärung der Elementarvorgänge der bildsamen Formänderungen der Metalle beigetragen haben, um deren Erforschung sich Czochralski sehr verdient gemacht hat.

In einem lichtvollen Vortrage berichtete Th. v. Kármán, Aachen, über die Stabilitätsfragen der schlichten Flüssigkeitsströmungen und die neueren Fortschritte der Lehre über die wirbeligen Bewegungen der Flüssigkeiten, über deren Entstehungsweise und die Gesetzmäßigkeiten in ihren ausgebildeten Zuständen.

J. M. Burgers, Delft, gab seine Messungen der Geschwindigkeitsverteilung in einer Grenzschicht bekannt. Er

[1]) Ein ausführlicher Bericht über den Delfter Kongreß erscheint in der tschrift „Die Naturwissenschaften", Verlag von Julius Springer, Berlin, eine ·dergabe der Vorträge in einem von der Kongreßleitung vorbereiteten Band.

[2]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 533, 587.

konnte mit Hilfe empfindlicher Hitzdrahtanemometer den schlichten und den wirbeligen Teil innerhalb einer Grenzschicht nachweisen.

R. v. Mises, Berlin, machte auf ein neues Hilfsmittel aufmerksam, mit dem sich gewisse Bewegungen und Gleichgewichtszustände in der einfachsten Weise beschreiben lassen. Die Bestimmungsstücke der Bewegung eines starren Körpers werden in einem einzigen vektoriellen Gebilde vereinigt, das er „Motor" genannt und zur Grundlage vektorieller Operationen in einer „Motorrechnung" gewählt hat.

E. Schwerin, Berlin, entwickelte die Lösung einer schwierigen Knickaufgabe für einen verdrehten dünnwandigen Zylinder.

Mit der Bestimmung der kritischen Spannung und der Form einer verbeulten Platte, die auf reinen Schub beansprucht wird, beschäftigte sich Southwell, Teddington, der ihre wellige Knickungsform in Kupferblechmodellen vorzeigte. Der von ihm behandelte Fall hat eine praktische Bedeutung für die Berechnung der Knicksicherheit der Stegbleche vollwandiger Träger.

R. Grammel, Stuttgart, sprach über die Knickung von Schraubenfedern und wies auf die gemeinsamen Merkmale und auf die Unterschiede hin, die diese Aufgaben enthalten, wenn man sie mit den Knickungsfällen des geraden Stabes vergleicht.

W. Hort, Charlottenburg, berichtete über die Berechnung der Eigentöne nichtparallelepipedischer Stäbe und die Schwingungszustände von plattenförmigen Körpern.

K. Terzaghi, Konstantinopel, zeigte, daß eine Aufgabe des Gründungsbaues: die Bestimmung des zeitlichen Verlaufes eines Setzungsvorganges einer Tonschicht auf die Differentialgleichung der geradlinigen Wärmeleitung führt.

H. Reißner, Charlottenburg, kleidete das Erddruckproblem im ebenen Falle in die Form partieller Differentialgleichungen und gab die Spannungsverteilung an, die sich in einem Erdkörper unter einer auf ihm lastenden Mauer ausbildet.

H. Hencky, Delft, beschäftigte sich mit theoretischen Fragen der bildsamen Körper.

R. Courant, Göttingen, machte darauf aufmerksam, daß man in dem bekannten, von den Ingenieuren viel angewendeten Ritzschen Verfahren auch darauf verzichten kann, die Näherungsfunktionen, deren man sich bedient, so zu wählen, daß sie den Randbedingungen genügen, wenn man in der Energiegleichung passende Glieder hinzunimmt.

V. Bjerkness, Bergen, führte Versuche mit pulsiere den Kugeln und Zylindern, die in einer Flüssigkeit eingetauc waren, vor.

G. Kempf, Hamburg, berichtete über neue Schleppve suche mit langen, röhrenförmigen Körpern in Wasser.

H. Föttinger, Danzig, erläuterte die Grundlag mechanischer Apparate, die es gestatten, die Geschwindigk innerhalb einer Flüssigkeitsströmung zu bestimmen, die ihr Ursprung aus Quellen nimmt oder Wirbel ergibt, die entlang ein Linie verteilt sind.

G. Masing, Berlin, teilte Versuchsergebnisse über d Messung der Nachspannungen in Messingblechen mit.

Mit den verwickelten und noch wenig geklärten Vorgäng die einem Ermüdungsbruch vorangehen, beschäftigte sich B. Haigh, Greenwich. Die hier herausgegriffenen Vorträge si nur eine kleine Auswahl aus dem Stoff der vier Verhandlung tage füllenden Tagung.

Um die Verwirklichung der Tagung haben sich die Pr fessoren der Technischen Hochschule in Delft, und unter ihn besonders die Herren C. B. Biezeno, der den Vorsitz führ, J. M. Burgers (Schriftführer), J. A. Schouten und E. Wolff sehr verdient gemacht, deren Arbeit es vor allem zu dank war, daß die von namhaften Vertretern der Mechanik verschieden Länder seit längerer Zeit gewünschte Zusammenkunft verwirklic werden konnte. Es dürfte sie und die Teilnehmer mit Gen tuung erfüllen, daß diese Tagung allen eine Fülle neuer A regungen gebracht, sie mit neuen Anschauungen bekannt g macht und den am Ausbau eines Fachgebietes Beteiligten e Vorteile verständnisvoller Zusammenarbeit vor Augen gefül hat. Wie schon die zahlreiche Beteiligung deutscher Forsch an den Vorträgen beweist, haben die deutschen Ingenieu Grund, festzustellen, daß sie sowohl auf dem theoretischen, a auch auf dem Gebiete des Versuchswesens weiterhin an vord ster Stelle mitarbeiten. Den Verein deutscher Ingenieure wi mit besonderer Genugtuung erfüllen, daß er in diesen Bestrebu gen den Technikern der anderen Länder beispielgebend vora gegangen ist, indem er unter den ungünstigsten und schwier sten Verhältnissen vor einigen Jahren die Bedeutung einer b sonderen Pflege der angewandten Mathematik und Mechar erkannt und ihr durch die Gründung einer eigenen Zeitschr, wie sie in dieser Art wohl kein anderer Verein von Technike aufweisen kann, eine Pflegestätte geschaffen hat. [B 481]

Pläne zur Verbesserung des Vorortverkehrs von New York.

Geplant werden drei neue Untergrundbahnlinien; sie sollen unabhängig von den bestehenden Linien von Bahnhöfen ausgehen, die an den Grenzen der City an den Linien der Haupteisenbahnen neu zu erbauen sind, und den Vorortverkehr aufnehmen sowie über die City verteilen, Abb. 1.

Abb. 1. Übersicht über den geplanten Ausbau des Vorortverkehrs in New York.

Eine zweigleisige Linie in Long Island, die ausschließlich für den Verkehr mit diesem Stadtteil bestimmt ist, geht von einem Bahnhof in Jamaica aus, folgt der Linie der Long Island-Eisenbahn bis zu einem Bahnhof in Brooklyn in der Flatbush Ave., unterfährt den East River und führt zur Battery in Manhattan, von dort auf der Westseite der In teilweise unter vorhandenen Straßen, teilweise unter einer neuen Stra zur 57. Straße, dann ostwärts quer durch Manhattan und wieder un dem East River hindurch bis zur Vereinigung mit der dortigen Hau linie und unter Benutzung der Gleise zum Jamaica-Bahnhof zurück.

Die zweite Linie, von Westchester nach New Jersey, beginnt der 149. Straße in Bronx, geht an der Ostseite der Insel Manhatt entlang bis zur 58. Straße, wo sie sich in zwei Linien teilt. Die e läuft in der bisherigen Richtung an der Ostseite der Insel weiter bis z südlichen Ende, kreuzt dann den Hudson und erreicht einen mit Central-Eisenbahn in New Jersey gemeinsamen Bahnhof. Von da wen sie sich nordöstlich und vereinigt sich in West Side mit den Delawa, Lackawanna und Western, Erie- und Pennsylvania-Eisenbahnen. D andere Zweiglinie verfolgt dieselbe Linie wie die Long Island-Linie zu einem vorläufigen Endbahnhof an der Battery. Später kann sie na Brooklyn und Jamaica oder nach New Jersey verlängert werden. ersten Teil soll diese Linie viergleisig, dann zweigleisig sein.

Als dritte soll eine Linie ausschließlich den Verkehr New Jers versehen. Von dem Bahnhof in West Side in Jersey City beginne geht sie mit der Westchester-Linie zusammen unter dem Hudson h durch zur Battery und auf der Ostseite von Manhattan zur 57. Stra wo sie sich nach Westen wendet, wieder unter dem Hudson hindu nach Weehawken, von da zu einem Bahnhof für die West Shore-, E und Susquehanna- und Western-Züge, dann südlich an den Wiesen e lang zu dem Bahnhof in West Side. Diese Linie soll zweigleisig werd.

Während der Hauptverkehrsstunden und auf den Linien, die ganzen Tage genügenden Verkehr haben, ist durchgehender Verkehr die Züge auf allen Bahnen geplant, so daß alle Vorortreisenden ihrem Ziel im Geschäftsbezirk von Manhattan ohne Wagenwechsel langen können.

Der Zugverkehr des geplanten neuen „Metropolitan Transit Syst to serve New York and the Environs" wird 600 Wagen mehr in Stunde vorsehen als jetzt in dem ganzen Dampfbahnvorortverkehr die City gelangen.

Die Gesamtlänge der geplanten Strecke beträgt rd. 92 km. Kosten werden auf 552 Mill. $ geschätzt. Letztere sollen nach d anteiligen Nutzen auf 2 Staaten, 19 Kreise und 17 Eisenbahnlinien teilt werden und in 8 Jahresraten aufgebracht werden. („Eng. Ne Record" Bd. 92 [1924] Nr. 19) [M 488] Bu

Diamantengewinnung.

Von H. Harbottle, Ingenieur in der Übersee-Abteilung der AEG.

Es wird der Abbau der diamantenführenden Erde und die Weiterverarbeitung in Waschmaschinen und Pulsatoranlagen beschrieben.

Diamantenführende Erde wird in senkrechten runden Kaminen gefunden, von denen man annimmt, daß sie erloschene Krater vulkanischen Ursprungs sind. Diese Kamine haben 330 m Dmr., ohne jedoch einen genauen Kreis zu bilden. re Tiefe ist noch nicht festgestellt worden. In den Kimberley-rken ist man bis zu ungefähr 1000 m Tiefe unter der Ober-che gelangt, ohne daß irgend etwas darauf hingedeutet hätte, das Ende des Kamins erreicht wäre, allerdings verengt sich unten.

Um die diamantenführende Erde, die gemeinhin „blauer und" genannt wird, aus dem Kamin zu fördern, teuft man zu-t einen senkrechten Schacht in den Felsboden ab, und zwar in

Diamantbergwerk Wesselton in Kimberley.

ähr 300 m Entfernung vom Kamin, Abb. 1. Von diesem cht aus wird jetzt durch den Fels ein Stollen gesprengt, der s um Kamin reicht. Die Erde über diesem Punkt wird abge-an und mittels einer elektrisch betriebenen endlosen Seil-rung nach dem Schacht und durch diesen an die Oberfläche acht. Ehe nun die ganze Erde oberhalb des Stollens abge-an ist, wird der Schacht um weitere 200 m abgeteuft. Dann in dieser Tiefe ein neuer Stollen bis zum Kamin geführt, die Abtragung der blauen Erde wird fortgesetzt.

Hieraus ist zu ersehen, daß der Schacht eines Diamanten-werks abschnittweise verlängert wird. Zwischen dem Spren-les einen und andren Schachtabschnittes vergeht meist eine Reihe von Jahren. Eine Tiefe von 200 m erfordert rd. 12 bis hre, bis sie abgetragen wird. In dem Bergwerk selbst n die Diamanten nicht aus der blauen Erde ausgeschieden, rn diese Arbeiten werden von den außerhalb errichteten hmaschinen und später im Pulsator, der schon ziemlich weit Schacht selbst entfernt aufgestellt ist, verrichtet. Die Tat-, daß der Diamant ein größeres spezifisches Gewicht hat e Erde, in der er sich befindet, macht man sich bei der Ge-ng zunutze.

Die diamantenführende Erde (blauer Grund) wird mittels h kippbarer Wagen von 6 m³ Aufnahmefähigkeit durch endlose Seilförderung aus dem Bergwerk gefördert und in Lagen von 35 bis 45 cm auf der ebenen Erde ausgebreitet (auf sogenannte „floors"). Hier bleibt die Erde ungefähr 9 bis 12 Monate liegen. Während dieser Zeit wird sie mit gewöhnlichen Dampfpflügen gepflügt, damit sie für Witterungseinflüsse empfänglicher wird[1]), durch die sie dann nach und nach zersetzt wird. Regen — dieser fällt aber nicht sehr häufig — fördert die Zersetzung sehr. Bei Mangel an Regen wird die blaue Erde durch Schläuche, die an die in jedem dieser „floors" eingerichtete Wasserleitung angeschlossen sind, künstlich bewässert.

Nach Ablauf der oben angeführten Zeitspanne ist die Zersetzung der Erde soweit fortgeschritten, daß sie in Wagen verladen und nach den Waschmaschinen befördert werden kann. Diese Waschmaschinen, Abb. 2, bestehen aus einer Anzahl unbeweglicher ringförmiger Pfannen, mit ungefähr 4 m äußerem Dmr. und rd. 2 m innerem Dmr. Eine senkrechte Welle, deren Achse sich im Mittelpunkt der Pfanne befindet, trägt ein Speichenrad mit einer Anzahl Arme. Jeder dieser Arme ist mit dreieckigen Eggenzähnen versehen, die sämtlich so angebracht sind, daß sich zwischen ihnen und dem Boden der Pfanne ein möglichst geringer Zwischenraum befindet. Die Welle dreht sich mit den Speichen und Zähnen mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 8 Uml/min; infolgedessen wird jeder Teil des ringförmigen Raumes der Pfanne von den herunterhängenden Zähnen bestrichen. In diesen Raum fließt nun ununterbrochen die mit etwas Wasser vermischte blaue Erde, und zwar tangential in den äußeren Kreisumfang der Pfanne, so daß sie gezwungen ist, vom äußeren in den inneren Kreis der Pfanne zu wandern, um wieder heraustreten zu können. Während der Zeit, in der die Erde sich in der Pfanne befindet, ist sie dauernd in Berührung mit den sich drehenden Zähnen. Dies zusammen mit der Wasserbeimengung und dem

[1]) Dieses Verfahren, die Zersetzung des blauen Grundes dem Einfluß des Wetters zu überlassen, wurde bis vor ganz kurzer Zeit noch befolgt. Jetzt werden Maschinen gebaut, die die Erde sofort nach Verlassen des Bergwerks zerkleinern. Die Zersetzung wird also in Zukunft nicht mehr auf natürlichem Wege, sondern durch mechanische Mittel herbeigeführt.

Umstand, daß die Erde zu einem großen Teil aus Lehm besteht, bewirkt, daß sich eine breiige Masse bildet.

Die dreieckigen Zähne sind so in die Arme eingesetzt, daß sie den Inhalt der Pfanne immer nach dem äußeren Kreise drängen. Da der Diamant nun schwerer ist als die ihn führende Erde, sinkt er natürlich auf den Boden der Pfanne und wird von den sich drehenden Zähnen an die äußerste Kante getrieben und dort

Abb. 1. Schematische Darstellung des Abbaues eines Kamines.

gehalten. Es ist hierbei von Wichtigkeit, daß der Flüssigkeitsgrad der Masse unveränderlich gehalten wird. Der Maschinenbedienstete muß deshalb darauf bedacht sein, immer soviel Wasser beizumengen, daß die weniger schweren Steine, die in der blauen Erde enthalten sind, beinahe auf ihr schwimmen können. Dies ermöglicht, daß diese mit der überlaufenden leichteren Masse weggeschwemmt werden. Am äußeren Rande des Bodens der Pfanne ist eine Öffnung angebracht, die mit einem Ventil und einem Speiserohr ausgerüstet ist. Die Öffnung wird in Zeitabständen von ungefähr 2 h geöffnet.

Da nun die fortdauernde Drehbewegung der Zähne die ganze in der Pfanne enthaltene Masse in Bewegung hält, d. h. auch die auf dem Boden an der äußersten Kante der Pfanne befindlichen schwereren Bestandteile mit Einschluß der Diamanten, so fließt die Masse beim Öffnen durch das Speiserohr in besonders gebaute Wagen, die sie dann zur Weiterverarbeitung zum Pulsator bringen.

Der in der Waschmaschine erzielte Abscheidungsgrad ist so groß, daß nur 1 vH der in die Waschpfanne gelangenden Erde für die Behandlung durch den Pulsator abfließt, die andern 99 vH fließen über den Rand der Pfanne und werden auf den Abfallhaufen befördert.

Wenn das Material zum Pulsator gelangt, Abb. 3, wird es nach der Größe der einzelnen Bestandteile sortiert. Dies geschieht, indem man es durchsiebt, und zwar sind die Löcher in den sich drehenden Sieben genau den verschiedenen Größen angepaßt. Jede der verschiedenen Größen wird jetzt in einem rechteckigen, mit Wasser gefüllten Kasten geleitet, der mit einem Messingdrahtnetz, das die ganze Fläche [...] Kastens ausfüllt und einige Zoll unterhalb des Wasserspie[...] angebracht ist, ausgestattet ist.

Unterhalb dieses Netzes ist der Kasten mit einem angren[...] den Behälter oder Raum verbunden, der mit einem Tauchko[...] ausgerüstet ist. Dieser Kolben wird durch ein Exzenter, [...] an einer oberirdischen Welle angebracht ist, in Bewegung [...] setzt. Bei jedem Hub dieses Kolbens wird das unter ihm bef[...] liche Wasser zum Pulsieren gebracht, und diese pulsierende [...] wegung überträgt sich auf das Wasser in dem anschließer[...] Kasten, der mit dem Drahtnetz ausgerüstet ist. Der Hub [...] Exzenters und auch die Hubzahl, die in der Minute zu verric[...] ist, werden entsprechend der Größe des in den Kasten geleit[...] Materials geregelt, da die kleineren Größen sorgfältigere Beh[...] lung erfordern als die großen. Das von der Waschmaschine [...] siebte Material wird fortdauernd an einer der schmalen Se[...] in den rechteckigen Kasten geleitet und muß die ganze Lä[...] des Kastens durchwandern, ehe es über eine übergreifende K[...] am andren schmalen Ende des Kastens wieder heraustreten k[...] Während dieser ganzen Zeit ist das Material fortwährend [...] pulsierenden Bewegung des Wassers, die von dem Kolben [...] ursacht wird, ausgesetzt. Infolge ihrer Schwere finden die [...] manten bald ihren Weg nach dem Boden des Behälters.

Das Verfahren, das hier für die Diamantengewinnung [...] Anwendung kommt, ist sehr sinnreich. Die Löcher in dem Dr[...] netz des betreffenden Kastens sind ein wenig größer als [...] Material, das in ihn geleitet wird, so daß eigentlich die g[...] Masse trotz des pulsierenden Wassers sofort auf den Boden [...] Behälters fallen müßte. Dies wird dadurch verhindert, daß [...] das Drahtnetz eine Schicht schwerer Kiesel von ungefähr 2,[...] Höhe gelegt wird, deren einzelne Steine nicht durch die [...] nungen des Drahtnetzes hindurchtreten können. Das Draht[...] versieht hierbei die Aufgabe einer Anzahl von Ventilsitze[...] jedes Loch des Netzes stellt einen solchen Sitz dar —, die [...] vielen schweren Kieselsteinventilen ausgerüstet sind. Die Ki[...] steinventile heben und senken sich mit dem pulsierenden Wa[...]

Jetzt wird das abgeschiedene Material auf diese Lage Ki[...] steine geleitet. Während das Material von einer Seite des Kas[...] her zusammenfließt, wird es von der hebenden Bewegung [...] pulsierenden Wassers zusammen mit der Kieselsteinlage em[...] gehoben. Aber wenn dann die senkende Bewegung des Was[...] eintritt, fallen die schwersten Teile der Masse, zu denen [...] Kieselsteinlage und die Diamanten gehören, schneller als [...] leichteren Bestandteile, so daß sich die Diamanten bald zwis[...] den Kieselsteinen befinden. Da aber durch die vorher vorgenom[...]

Abb. 2. Alte, jetzt abgebaute Waschmaschinenanlage für Diamanten.

n Abscheideverfahren bereits erreicht ist, daß der in den Kasten leitete Diamant etwas kleiner ist als die Maschen des Drahttzes, so fällt er sicher auf den Boden des Behälters, sowie er s Netz erreicht hat, während die Kieselsteinschicht oben bleibt. wohl der Behälter mit dem Drahtnetz wie auch der Kasten mit m Kolben sind wasserdicht, der herunterfallende Diamant wird mgemäß auch unter Wasser bleiben.

Das Wasser wird in den Kasten mit dem Kolben gedrückt, d zwar liegt die Öffnung hierfür unterhalb des Kolbens, es kann r über die Kante des Drahtnetzkastens abfließen; deshalb wird

Abb. 3. Schematische Darstellung der Pulsatoranlage.

. Wasser fortwährend in fließender Bewegung gehalten und mt beim Ablaufen alles leichtere Material mit.

In der blauen Erde befinden sich auch gewisse Mineralien, z. B. Eisenkies. Diese Mineralien sind entweder ebenso wer oder noch schwerer als der Diamant und bleiben mit diesem ter vermengt. Auf dem Boden des Kastens unter dem Drahtz befindet sich daher eine Masse aus verschiedenen Bestandn, die ebenso schwer wie die Diamanten sind. Um nun die manten aus dieser Mischung abzusondern, wird ein andres tel angewandt, das auf der merkwürdigen Eigenschaft des manten beruht, an fettigen Stoffen kleben zu bleiben. Dem len des Kastens wird eine kegelige Form gegeben, die in dem ifraum eines Eimeraufzuges, Abb. 3, endet. Das Gehäuse dieses fzuges ist wasserdicht bis zu einer Höhe, die etwas über dem sserspiegel des Pulsatorkastens liegt. Sowie die Diamanten l die andern schweren Mineralien auf den Boden des Behälters ngen, werden sie von dem Aufzug nach oben auf einen hinl herschwingenden Tisch geworfen, auf dem sich Schmierfett indet. Dieser Tisch fällt nach dem Ablaufende hin ab. Über l Fettschicht wird fortwährend Wasser geleitet. Von dem vom Aufzug auf den Tisch geworfenen Material bleibt der Diamant auf der Fettschicht des Tisches sofort kleben, während alle andern schweren Bestandteile von dem strömenden Wasser herabgeschwemmt werden. Nun kommt es manchmal vor, daß sich eine Oxydschicht um den Diamanten gebildet hat, die nicht an dem Fett kleben bleibt. Um zu verhindern, daß hierdurch vielleicht Verluste entstehen, hat man einen weiteren Pulsator unter dem Tisch aufgestellt, der alles, was hier herunterströmt, auffängt. Am Ende der Tagesarbeit werden die auf dem Boden dieses Pulsators befindlichen Materialien von Fachleuten mit der Hand sortiert. Obwohl es nur höchst selten vorkommt, daß hier

Abb. 4. Größter Kimberley-Diamant, 503 Karat. Abb. 5. Ingerfontein-Diamant, 971 Karat. Abb. 6. 428½ Karat.

Abb. 4 bis 6. Drei große Diamanten.

ein Diamant gefunden wird, so ist es doch nicht rätlich, auf diese Vorsichtsmaßnahme zu verzichten.

Das Fett und die Diamanten werden in gewissen Zeiträumen von dem Tisch abgeschrubbt und die ganze Masse in einen Behälter aus fein durchlöcherten Platten gefüllt. Dieser Behälter wird in eine sich drehende Trommel und in ein Gefäß mit kochendem Wasser gesteckt. Hierdurch wird das Fett zum Schmelzen gebracht und fließt aus den Löchern ab, während die Diamanten im Behälter verbleiben.

Da auch scharfe Steine, Draht usw. von dem Fett aufgefangen werden, muß am Ende doch noch etwas mit der Hand sortiert werden. Abb. 4 bis 6 zeigen drei Diamanten von besonderer Größe.

Es soll noch erwähnt werden, daß in gewöhnlicher Zeit von der großen Diamantgesellschaft De Beers Cons. Mines Ltd. in jeder Woche einhundertfünfzigtausend (150 000) t blaue Erde nach dem oben beschriebenen Verfahren behandelt werden. Das Ergebnis ist ungefähr 30 l einer Mischung von Diamanten und wertlosem Material (das ganze Ergebnis aus der großen Erdmenge) die dann mit der Hand sortiert werden muß. [B 292]

Asynchronmotor ohne Blindverbrauch.

Während der von Osnos entworfene Asynchronmotor ohne Blindbrauch nur für kleinere Leistungen brauchbar war, hat man in den ten Jahren infolge der dringenden Forderungen der Elektrizitätske auch Motoren für mittlere Leistungen, die dem Netz keinen Blindstrom entnehmen, fertiggestellt[1]).

Das Schaltbild eines von der AEG gebauten Asynchronmotors ohne Blindverbrauch zeigt Abb. 1. Die Primärwicklung *a* ist im Läufer untergebracht, während der Ständer die dreiphasige Sekundärwicklung *b* enthält. Der Läufer trägt außerdem eine kleine, mit einem Kommutator verbundene Hilfswicklung *c* nach Art der Gleichstromwicklungen. Auf dem Kommutator schleifen auf je ein Polpaar drei Bürsten, die mit der Ständerwicklung verbunden sind. Die Hilfswicklung liefert dem Ständer eine um 90° voreilende Zusatzspannung, die je nach Leistung und Drehzahl des Motors ½ bis ⅔ der Schlupfspannung beträgt. Hierdurch wird der Sekundärstrom zur Voreilung gegen die Schlupfspannung gebracht und damit die Blindkomponente des Primärstroms unterdrückt.

Abb. 1. Schaltbild

[1]) Vergl. Z. 1924 Bd. 68 S. 24.

Da die Scheinleistung der Hilfswicklung sehr klein ist, macht die eigentliche Stromwendung keine Schwierigkeiten. Die vom umlaufenden Drehfeld induzierte Spannung darf jedoch nicht zu hoch werden, weil sonst Bürstenfeuer eintritt. Da das Drehfeld, von dem die induzierte Spannung abhängig ist, nicht beliebig klein gemacht werden kann, führt die AEG die Hilfswicklung mit dem stark verkürzten Schritt von $^1/_6$ bis $^1/_9$ Polteilung aus, während er bei gewöhnlichen Gleichstromwicklungen etwa $^1/_1$ Polteilung beträgt. Eine Windung der Hilfswicklung wird also nur von einem Bruchteil des Drehfeldes durchsetzt.

Beim Anlauf verhält sich der Motor genau wie ein gewöhnlicher Asynchronmotor mit Schleifringanker. Der Drehzahlabfall ist für jede Zunahme der Belastung etwa der gleiche wie beim gewöhnlichen Asynchronmotor. Der Leistungsfaktor ist von Vollast bis 35 vH Überlast praktisch = 1, der Wirkungsgrad ungefähr der gleiche wie beim gewöhnlichen Asynchronmotor. Für feuergefährliche Räume und für Spannungen über 550 V ist der neue Motor nicht zu empfehlen. (AEG-Mitteilungen März 1924) [M 299] Sd.

Torsionsdynamometer.

Vom Geh. Reg.-Rat Prof. L. Klein, Hannover.

Das von der Deutschen Vacuum-Öl-Aktiengesellschaft, Hamburg, gebaute Torsionsdynamometer ist im Maschineningenieur-Laboratorium B der Technischen Hochschule Hannover geeicht worden.

Während die Leistung von Kraftmaschinen auf einfache und sichere Art — meist durch Abbremsen — bestimmt werden kann, gibt es für die Untersuchung von Arbeitsmaschinen nur wenige Dynamometer, die leicht anzubringen sind und die durchgeleitete Arbeit einfach und genügend genau messen sowie selbsttätig aufschreiben. Die Deutsche Vacuum-Öl-A.-G., Hamburg, hat diesen Mangel empfunden, als sie die Arbeitsersparnisse feststellen wollte, die man durch Anwendung bestgeeigneter Schmiermittel an einzelnen Maschinen erreicht. Sie hat sich daher das in Abb. 1 und 2 dargestellte selbstschreibende Torsionsdynamometer gebaut, das in dem mir unterstellten Maschineningenieur-Laboratorium B der Technischen Hochschule Hannover geprüft und geeicht wurde. Messungen, die mit diesem Dynamometer an Spinnereimaschinen vorgenommen wurden, sollen demnächst veröffentlicht werden.

Durch die Welle a, Abb. 2, wird die Leistung zugeführt, durch die Riemenscheibe b an die zu untersuchende Maschine abgegeben. Zum Zweck der Messung nimmt man den Keil, der sonst Welle und Riemenscheibe verbindet, heraus und treibt mittels Kegels c einer Sellerskupplung das Dynamometer, welches durch Finger d mit den Armen der Riemenscheibe verbunden ist. Die Kraft verläuft hierbei über die Kupplung e und den Meßstab f, der entsprechend verdreht wird, und dann weiter durch die Rohre g und h auf die Finger und die Riemenscheibe.

Die Verdrehung des hinteren Endes des Meßstabes gegenüber dem vorderen ist innerhalb der Proportionalitätsgrenze verhältnisgleich dem hindurchgehenden Drehmoment und dient als Maß dafür. Sie wird mittels der Winkelräder i und k, von denen das eine mit dem hinteren, das andre mit dem vorderen Ende des Meßstabes verbunden ist, sowie mittels der Stirnrädchen l und den in sie eingreifenden Zahnstangen m in eine geradlinige Bewegung des Ringes n umgesetzt, der sich mit dem Rohr g dreht. Der Ring n überträgt seine Verschiebung durch ein in seine Rille eingreifendes Gleitstück auf den doppelarmigen Schreibhebel so, daß die Seitenbewegung des Schreibstiftes verhältnisgleich der Verdrehung des Meßstabes ist. Damit man die seitliche Verschiebung des Schreibstiftes erkennt, schreibt ein am Gestell befestigter zweiter Schreibstift während der Versuche dauernd eine Meßlinie auf das Papier, die unten auf dem Diagramm, Abb. 3, zu erkennen ist.

Unter dem Schreibstift wird das Papier, angetrieben durch Riemen o, auswechselbare Zahnradvorgelege und eine Reibtrommel, mit einer Geschwindigkeit vorbeigezogen, die verhältnisgleich der Drehgeschwindigkeit des Meßstabes ist. Alle 10 Sekunden schreibt, wie aus dem Diagramm oben ersichtlich ist, ein elektromagnetisches Schaltwerk Zeitmarken auf das Papier, aus deren Abständen man die Drehgeschwindigkeit berechnen kann. Außerdem wird diese Geschwindigkeit durch eine biegsame Welle, in Abb. 1 ganz links, auf ein Tachometer übertragen oder, wie bei den Eichungsversuchen, dadurch gemessen, daß ein Schaltzähler oder Handtachometer an das Ende des Rohres p, Abb. 2, angesetzt wird. Alle Hebel und Rädchen sind auf Kugeln oder in Spitzen gelagert. Da die wesentlichsten Teile zur Verringerung des Eigengewichtes aus Aluminium hergestellt sind,

Abb. 1. Ansicht des selbstschreibenden Torsionsdynamometers.

wiegt das Gerät ohne Grundplatten und Säulen etwa 20 kg, [die] größten Abmessungen in Höhe, Länge und Breite sind [5..] 620 bzw. 300 mm. Es ist stabil und führt im Betriebe ke[ine] störenden Schwingungen aus, wie der ruhige Verlauf der [Dia]grammlinie, Abb. 3, erkennen läßt.

Bei der Eichung wurde über die Riemenscheibe [ei]ne Seilbremse gelegt, die an ihrem einen Ende mit P_1 kg in Gewicht belastet wurde und am andern Ende noch mit P_2 kg an ei[ner] Federwage zog. Die Größe der Scheibe wurde je nach [dem] Moment gewählt. Ist ihr Durchmesser D und der des Se[ils] d, so ergibt sich das abgebremste, also von dem Dynamome[ter] an die Riemenscheibe b abgegebene Moment

$$M_d = (P_1 - P_2)\frac{D+d}{2} \text{ mkg.}$$

Um etwaigen Einfluß der Geschwindigkeit auf den Ausschlag [des] Schreibstiftes festzustellen, wurde jeder der fünf Meßst[äbe] bei verschiedenen Drehzahlen, nämlich 300, 700, 800 und 1[200] Uml./min geeicht. Dabei wurde für jede Geschwindigkeit [die] Bremse stufenweise von null bis zum größten A[us]schlag des Schreibstiftes belastet und entlastet. [Die] Geschwindigkeit hatte keinen meßbaren Einfluß [auf] die Angaben; das Dynamometer ist also bis [zu] mindestens 1200 Uml./min benutzbar.

In Abb. 3 ist ein Stück des Diagramms mit [den] Versuchen 63, 64 und 65 wiedergegeben, das von [dem] unmittelbar am Motor sitzenden Dynamometer [mit] dem Meßstab 3 bei 800 Uml./min und den in Zah[len]tafel 1 eingeschriebenen Bremsbelastungen P_1–P_2 aufgezeichnet wurde. Der Durchmesser der Bre[ms]scheibe bis Mitte Seil betrug $D + d = 0{,}406$ m. [Die] im Diagramm gemessenen Schreibstiftausschläge [l] und die mit einem Handtachometer gemessenen D[reh]zahlen sind in Zahlentafel 1 eingetragen. Aus die[sen] Werten sind dann die Drehmomente

$$M_d = \frac{D+d}{2}(P_1 - P_2) = 0{,}203\ (P_1 - P_2) \text{ mkg}$$

berechnet.

Abb. 2. Schnitt durch das selbstschreibende Torsionsdynamometer.

Abb. 3. Eichdiagramm.

5 mm auseinandergerückt. Es zeigte sich, daß die Mittelwertlinien für die verschiedenen Drehzahlen parallel, die Angaben des Meßstabes und des Dynamometers also von der Drehzahl unabhängig sind. Die Auswertung ergab, daß bei dem untersuchten Stab 3 für 1 mm Schreibstiftweg $a = 0{,}123$ mkg durchgeleitet wurden.

Hieraus berechnen sich die durchgeleiteten Momente M_d und Leistungen A oder N:

$$M_d = a\,(l - l_0) = 0{,}123\,(l - l_0) \text{ mkg},$$

$$A = M_d\,\omega = a\,(l - l_0)\frac{\pi\,n}{30} = C_1\,n\,(l - l_0)$$
$$= 0{,}0129\,(l - l_0)\,n \text{ mkg/s},$$

hierin ist ω die Winkelgeschwindigkeit des Momentes M_d,

$$N = \frac{A}{75} = C_2\,(l - l_0)\,n = 0{,}000\ 172\,(l - l_0)\,n \text{ PS},$$

$$N = \frac{A}{102} = C_3\,(l - l_0)\,n = 0{,}000\ 126\,(l - l_0)\,n \text{ kW}.$$

hlentafel 1. Eichergebnis für Stab 3 bei 800 Uml./min.

n	$\omega = \frac{\pi\,n}{30}$	Reibung $P_1 - P_2$	Durchmesser der Bremsscheibe	Drehmoment M_d	Schreibstift-Ausschlag $l - l_0$	a	Leistung $\frac{M_d\,\omega}{75}$
ml./min		kg	m	mkg	mm		PS
800	83,8	0	0,406	0	0		0
800	83,8	1,35	„	0,274	2,05		0,306
800	83,8	2,8	„	0,57	4,1		0,636
800	83,8	4,8	„	0,975	7,05		1,088
795	83,3	6,8	„	1,38	10,25		1,533
795	83,3	8,5	„	1,728	13,05		1,92
800	83,8	6,8	„	1,38	9,85		1,54
802	84,0	8,25	„	1,675	12,05		1,875
800	83,8	10,0	„	2,03	14,65		2,27
795	83,3	11,7	„	2,38	16,75	$a = 0{,}123$	2,645
795	83,3	13,4	„	2,72	20,15		3,02
794	83,2	15,15	„	3,08	22,85		3,41
791	82,9	16,3	„	3,31	24,75		3,66
791	82,9	16,75	„	3,405	25,75		3,76
792	83,0	16,0	„	3,25	25,55		3,595
795	83,3	14,5	„	2,945	22,75		3,275
798	83,75	12,8	„	2,6	21,05		2,9
800	83,8	11,3	„	2,295	18,8	1 mm = a mkg	2,565
800	83,8	10,4	„	2,115	16,8		2,375
800	83,8	9,65	„	1,96	15,65		2,19
800	83,8	10,2	„	2,07	16,5		2,31
807	84,5	9,25	„	1,88	15,05		2,12
809	84,75	7,75	„	1,573	12,45		1,775
811	85,0	6,3	„	1,28	9,95		1,45
812	85,1	4,8	„	0,975	7,4		1,105
800	83,8	3,3	„	0,67	4,8		0,749
808	84,7	1,8	„	0,366	2,5		0,413
809	84,75	0	„	0	0		0

Abb. 4. Schreibstiftausschläge in Abhängigkeit von den übertragenen Momenten.

Zahlentafel 2. Konstanten der Meßstäbe.

Nr. des Stabes	a	C_1	C_2	C_3	Zweckmäßiges Verwendungsgebiet mkg
1	0,0296	0,0031	0,0000413	0,0000304	0,2 bis 1,2
2	0,0494	0,00517	0,000069	0,0000506	0,2 „ 2,0
3	0,123	0,0129	0,000172	0,000126	0,4 „ 4,0
4	0,328	0,0343	0,000457	0,000336	1,5 „ 10,0
5	0,708	0,0741	0,000989	0,000727	2,5 „ 25,0

Die Schreibstiftausschläge sind in Abb. 4 als Ordinaten zu übertragenen Momenten M_d aufgetragen, und ihre Mittelwerte liegen mit genügender Genauigkeit auf Geraden, d. h. die Ausschläge sind innerhalb der Versuchsgrenzen verhältnisgleich den durchgeleiteten Momenten, und die Beanspruchungen des Meßstabes liegen unterhalb der Proportionalitätsgrenze.

Die Versuche wurden mehrmals wiederholt sowohl an einer Wellenleitung des Laboratoriums, die vom Motor mit veränderlicher Drehzahl angetrieben wurde, als auch für die dünneren Meßstäbe unmittelbar am Motor.

Um mehrere Versuchsreihen übersichtlich auf das Diagrammblatt zeichnen und die Ergebnisse miteinander vergleichen zu können, sind die Nullpunkte der einzelnen Versuchsreihen

Die anderen Meßstäbe wurden ebenso untersucht und haben die in Zahlentafel 2 eingetragenen Konstanten a, C_1, C_2 und C_3 ergeben.

Das Dynamometer hat sich bei der Eichung und, wie mir die Deutsche Vacuum-Öl-Aktiengesellschaft, Hamburg, mitteilt, bei Untersuchungen an laufenden Maschinen des Betriebes bestens bewährt. Bei Änderungen der Belastung, die beim Eichen ohne Abstellen des Schreibzeugs vorgenommen wurden, stellte es sich nach wenigen Sekunden richtig ein. [B 335]

Vergiftungsgefahr durch Auspuffgase.

Infolge eines Streikes der Omnibusangestellten entstand am 9. Mai J. eine schwere Verkehrsstörung in dem unteren Stadtteil von Pittsburgh, und eine Menge von Automobilen staute sich eine erhebliche Strecke an der Libertytunnel-Linie entlang. In einer einzigen halben Stunde waren 649 Wagen in die Tunnelöffnung eingefahren, und da durch die Verkehrsstockung in den angrenzenden Straßen die Fahrzeuge gezwungen wurden, bei der Durchfahrt durch den Tunnel häufig anzuhalten, so verschlechterte sich die Luft durch die Auspuffgase der gegen die Vorschrift während des Haltens von den Führern nicht abgestellten Motoren schnell, so daß die Verschlechterung der Tunnelluft bald den Fahrgästen lästig wurde. Schließlich entstand eine Panik und die verließen ihre Wagen und stürzten nach den Tunneleingängen. Personen wurden ins Hospital gebracht, erholten sich jedoch bald, so daß ernste Unfälle nicht eintraten.

Auf Grund der Untersuchung von Luftproben wurde von den Sachverständigen festgestellt, daß der Kohlenoxydgehalt so hoch war, daß er bei längerem Anhalten in 30 bis 45 min Bewußtlosigkeit hervorgerufen hätte. Sechs Stunden war der Tunnel während des Herausholens der verlassenen Fahrzeuge und der Beseitigung der Verkehrsstockung außer Betrieb.

Der Tunnel war vor einigen Monaten wegen der Dringlichkeit der Verkehrsverbesserung in Betrieb genommen worden, obwohl die mechanischen Lüfteinrichtungen noch nicht fertiggestellt waren. Auf Grund eingehender Studien war vorher festgestellt worden, daß unter gewöhnlichen Verhältnissen keine Gefahr zu befürchten war, durch die Verkehrsstockung infolge des Streiks waren jedoch abnorme Verhältnisse entstanden, die zusammen mit dem Versagen der Verkehrsaufsicht zu dem gefahrdrohenden Zustand führten. („Engg. News-Record", Bd. 92 (1924) Nr. 22) [N 510] Bu.

RUNDSCHAU.

Arbeitsmaschinen.

Elektrisch angetriebene Kreiselpumpen mit senkrechter Welle.

Der Vorteil des elektrischen Antriebes für Zentrifugalpumpen mit senkrechter Welle liegt in erster Linie in der geringen Raumbeanspruchung, ein Vorteil, der besonders augenfällig wird, wenn es sich darum handelt, derartige Pumpeneinheiten in engen Schächten oder Brunnen unterzubringen. Es hat sich herausgestellt, daß die Kosten für die Ausschachtung und die Bauarbeiten unter der Erde mit zunehmender Tiefe derartig wachsen, daß sie die des eigentlichen Pumpwerkes sogar übersteigen können.

In Abb. 1 ist eine elektrisch angetriebene Sulzer-Abteufpumpe mit Senkrahmen für 200 PS Leistung dargestellt. Die Grundfläche dieser Abteufpumpen ist erheblich kleiner[1]) als bei irgendeiner andern Pumpengattung, so daß bei einem Abteufschacht in dem verfügbaren Teil der Schachtscheibe eine sehr große Pumpenleistung untergebracht werden kann. Abb. 2 und 3 geben einen Abteufmotor in Schnitt und Grun riß wieder.

Der wichtigste Teil eines Motors mit senkrechter Welle ist das b sonders sorgfältig ausgebildete Traglager, das bei der hohen Drehza (meist rd. 1500 Uml./min) das Gewicht des Ankers und der treibend Kupplungshälfte ohne schädliche Erwärmung aufnehmen muß. Das darf hierbei nicht in den Motor eindringen und die Isolation d Wicklung beschädigen. Abb. 4 zeigt ein solches von der A E G ste verwandtes Traglager, welches hier wegen des beschränkten Raum nicht näher beschrieben werden soll. Motoren mit größeren Leistung als 450 PS werden mit Kammlagern ausgerüstet, die nach ähnlich Grundsätzen gebaut sind.

[1]) s. a. Z. Bd. 67 (1923) S. 1032.

Abb. 4. Traglager für Motoren mit senkrechter Welle.

Abb. 2 und **3.** Abteufmotor für 3000 V, 200 PS und 1500 Uml./min.

Abb. 1. Ansicht des Pumpensatzes.

Abb. 5. Schleuderpumpen-Anl von Otto Schwade für das Was werk Schwenting. 150 PS, Uml./min, mit AEG-Drehstrommo gekuppelt.

Es können aber auch Fälle eintreten, wo es erwünscht, wenn nicht erforderlich ist, den Motor nicht unmittelbar auf die Pumpe zu setzen, sondern die Pumpe mit dem Motor durch mehr oder weniger lange Zwischenwelle zu verbinden, deren genau zentrische Lagerung besondre Aufmerksamkeit erfordert. Eine solche Anordnung ist aus Abb. 5 ersichtlich. Hier ist eine von der Firma Otto Schwade gelieferte Pumpe mit einem senkrechten Drehstrommotor für 1500 Uml./min der AEG verbunden. Da der Schacht nur eine geringe Tiefe hat, stellte man den Motor, um ihn leichter bedienen und nachsehen zu können, oben auf. Eingemauerte Träger zum Stützen der Zwischenwelle sind bei dieser Bauart vermieden. Man hat zwischen der Motor-Traglaterne und der Pumpe ein aus mehreren Teilen bestehendes, mit seitlichen Öffnungen versehenes senkrechtes Rohr angeordnet. Zwischen den Rohrflanschen ist jedesmal eine zentrierte, als Führungslager ausgebildete Scheibe eingesetzt. Diese wird von oben mittels dünner Rohre, die zu den einzelnen Führungslagern abzweigen, mit Fett geschmiert. Die Zwischenwelle besteht aus mehreren ganz genau zentrisch durch Muffenkupplungen verbundenen Teilen. Die Gewähr für eine gute Lagerung der Zwischenwelle ist also gegeben.

Während man bei wasserdichten Schächten den Motor ohne weiteres unmittelbar auf die Pumpe setzen kann, ist dies bei sogenannten Schachtbrunnen mit wasserdurchlässigem Boden nur dann möglich, wenn der Wasserspiegel nicht mehr als um höchstens 5 m schwankt. Bei tiefstem Wasserstand steht der Saugkorb stets noch unter Wasser, während bei höchstem Wasserspiegel die Pumpe mit Motor noch wasserfrei steht. Bei größeren Schwankungen des Wasserspiegels ist daher eine Zwischenwelle erforderlich, damit der Motor nicht mit dem Wasser in Berührung kommt.

Eine vorzügliche Lösung für Brunnen mit tiefstem Wasserspiegel stellen die im Jahre 1910 von Gebr. Sulzer herausgebrachten sogenannten Bohrlochpumpen dar. Hier sitzt das untere Ende des Druckrohres zentrisch auf der Pumpe, das andere Ende ist ebenfalls zentrisch mit der Traglaterne über Tage verbunden. Mitten im Druckrohr, also im aufsteigenden Wasser, läuft die senkrechte Welle, deren Führungslager zwischen den Flanschen des Druckrohres festgeschraubt sind. Mit dieser Bauart wird der Grundriß der Pumpe und damit auch der Durchmesser des Brunnens am kleinsten und die Gesamtanlage am billigsten. Da sich die senkrechte Welle im Wasser selbst schmiert, bleibt das Wasser vollständig ölfrei, ein Vorteil, der besonders bei Brauereien und Trinkwasserversorgungen sehr willkommen ist.

Solche Tiefbrunnenpumpen sind mit Steigrohrlängen bis zu 40 m erprobt worden. Eine Vereinigung der Tiefbrunnen- und Abteufpumpe führt zu der elektrischen Tiefbrunnensenkpumpe, die die Vorzüge beider Pumpengattungen besitzt.

So fand die Frage der Wasserförderung bei tiefliegendem Saugwasserspiegel eine Anzahl günstiger Lösungen. Wenngleich die Betriebsbedingungen, die Wassermenge, Förderhöhe, Tiefe und Schwanken des Saugwasserspiegels usw. große Verschiedenheiten aufweisen, so sind die Vorteile der Kreiselpumpen mit senkrechter Welle jedoch unverkennbar. [M 272]

Dipl.-Ing. Fr. Lodemann.

Zellstoffindustrie.

Die Verwertung der Holzabfälle und der Sulfitablauge in den Zellstoffabriken[1]).

Die Holzabfälle in den Sulfitzellstoffabriken, die Schälspäne, werden entweder unter den Dampfkesseln verbrannt oder auf Zellstoff verarbeitet, dessen Gehalt an Rinden- und Bastteilchen bisher nicht durch Zusätze zur Kochflüssigkeit oder durch eine Bleiche hat beseitigt werden können. Die Verarbeitung der Schälspäne auf Zucker und Spiritus ist aus dem Versuchsstadium nicht herausgekommen. Eine Verkohlung der Holzabfälle wurde bisher in den Zellstoffabriken noch nicht, wohl aber in den Sägewerken vorgenommen. In einigen Sägewerken der Vereinigten Staaten soll eine ununterbrochene Verarbeitung derartiger Holzabfälle möglich geworden sein, bei der die durch die Reaktion erzeugte Wärme vollständig ausgenutzt wird. Die grundlegenden Fehler der üblichen Verkohlung durch Trockendestillation sind daraus schlechte Wärmeleitung, da sowohl Holzteilchen wie die dazwischen liegenden Lufthüllen sehr schlechte Wärmeleiter sind, ferner die unvermeidliche Überhitzung der entstehenden Destillationserzeugnisse an den heißen Wänden der Verkohlungsretorten. Eine bessere Wärmeübertragung kann, wie Bergius nachgewiesen hat, durch Zugabe eines wässrigen Mittels bewerkstelligt werden. Die erforderliche hohe Temperatur der Verkohlung von 300 bis 340 °C bedingt aber hohe Drücke von 100 bis 150 at. Wird nach Billweiler das Wasser durch eine Salzlösung ersetzt, so tritt zwar eine Druckminderung ein, aber die hohe Temperatur muß beibehalten werden.

Es gelingt nun, eine solche nasse Verkohlung bei Temperaturen von 200° und darunter, z. B. 180°, durchzuführen, wenn man der Salzlösung einen die Zellulose hydrolysierenden Zusatz gibt, also z. B. Chlorkalziumlösung mit etwas Salz- oder Schwefelsäure oder besser eine Chlormagnesiumlösung verwendet. Diese spaltet in Gegenwart von Zellulosefaser bei mehr als 100 °C Salzsäure ab, so daß ein Zusatz von Säure bei Wahl dieses Salzes nicht notwendig ist. Chlormagnesiumlösung steht in Deutschland in unbegrenzter Menge in der Gestalt von Kaliendlauge zur Verfügung, die bekanntlich in den Flußgebieten der Weser und Saale als wertloses Nebenerzeugnis der Kaliindustrie in die Flüsse geleitet wird. Eine gleich wirksame Lösung erhält man, wenn man Meerwasser durch Eindunsten von dem größten Teil des Kochsalzgehaltes befreit.

Wird Holzabfall mit der üblichen Kaliendlauge auf 180° erhitzt, so verläuft unter Wärmeentwicklung ein chemischer Prozeß, der nach Erreichung der Reaktionstemperatur weiterer Wärmezufuhr nicht mehr bedarf. In 4 bis 8 h ist die Verkohlung schon sehr weit vorgeschritten unter Abspaltung von erheblichen Mengen von Essigsäure und Methylalkohol (Holzgeist), jedoch ohne Bildung von Teer und Gas. Die Kohlenausbeute ist gegenüber derjenigen der üblichen Trockendestillation erheblich höher. Bei Nadelholz erhält man 55 vH an Kohle, während die Trockendestillation etwa 30 vH liefert. An Essigsäure bekommt man den 3- bis 4fachen Betrag, an Holzgeist nahezu die doppelte Menge wie bei der Trockendestillation von Nadelholz. Die Trennung der Kohle von der Salzlösung läßt sich glatt bewerkstelligen, so daß die entstehende Kohle nur geringen Aschengehalt von 3 vH aufweist. Die Salzlösung kann größtenteils wiedergewonnen und weiterverarbeitet werden. An Stelle von Holz läßt sich auch Rinde, ferner Torf in gleicher Weise verkohlen.

Da die Verkohlung in einer Salzlösung vor sich geht, ist bei Verkohlung von Torf ein völliges Austrocknen an der Luft oder durch künstliche Wärmezufuhr nicht erforderlich, was eine wesentliche Verbilligung der Torfverkohlung bedeuten dürfte. Die so erhaltene Kohle ist nicht nur als Brennstoff, sondern auch als Adsorptionsmittel für die Sulfitzellstoffabriken wertvoll, da es sich herausgestellt hat, daß sie bei der Aufarbeitung der Sulfitablauge gute Dienste leisten kann.

Bei der Verwertung der Sulfitablauge kann auf Gewinnung einzelner Bestandteile dieses Abfallerzeugnisses gearbeitet werden, wie es z. B. bei der Gewinnung von Sulfitsprit geschieht. Bei dieser Aufarbeitung werden aber nur 10 vH der organischen Substanz verwertet, während 90 vH nach wie vor lästiges Abfallprodukt bleiben. Die Verarbeitung der organischen Substanz der Sulfitablauge als solche, nämlich als Bindemittel (Zellpech), als Klebmittel, als Gerbstoff, als Adsorptionskohle für medizinische Zwecke, vermag nur verhältnismäßig kleine Teilbeträge der außerordentlich großen Ablaugemengen zu verwerten und damit zu beseitigen.

Eine vollständige Verwertung der Sulfitablauge ist vor langen Jahren von Drewsen angestrebt worden. Drewsen wies nach, daß durch eine Erhitzung der Sulfitablauge mit Kalk unter Druck von 10 at die schweflige Säure aus ihrer organischen Bindung abgespalten und als Kalziumsulfit, das zur Herstellung frischer Kochflüssigkeit dienen kann, wiedergewonnen wird. Gleichzeitig erhält man einen Teil der Inkrusten, das Lignin, dessen Brennwert ausgenutzt werden könnte. Rinmann hat dieses Verfahren weiter entwickelt durch Verarbeitung der löslichen Kalksalze unter Zusatz von Ätznatron und Ätzkalk durch Trockendestillation auf Azeton und Azetonöle. Strehlenert hat die Ablauge einem Verkohlungsprozeß bei einem Druck von 20 at und Temperaturen von 2000 °C unterzogen. Durch Einpressen von Luftsauerstoff und Beigabe gewisser Säuremengen gelingt die Verkohlung. Ein Brennstoff kann aus der Sulfitablauge auch schon hergestellt werden, wenn sie bis auf 60 bis 70 vH Trockengehalt mit der Verdichtungspumpe eingedunstet wird.

Ich habe die Abscheidung des organischen Bestandteils aus der Sulfitablauge mit Luftsauerstoff oder mit Chlor vergeblich angestrebt. Auch die durch Zusatz gewisser Mengen Kalkmilch eintretende Koagulation der Sulfitablauge hat befriedigende Abscheidung der organischen Stoffe nicht herbeigeführt. Die Abspaltung der in der Ablauge enthaltenen sogenannten lignosulfosauren Kalksalze durch starke Säuren gelingt schon ohne hohe Drücke, erfordert aber hohe Säuremengen, deren Regeneration schwierig ist. Die Hoffnung, daß andre Salze der Lignosulfosäure, nämlich das Magnesium und das Amoniumsalz, leichter spaltbar seien, hat sich nicht erfüllt. Auch ein Umsatz des Kalksalzes mit Humussäure brachte keinen Erfolg. Die von Klason festgestellte Bildung von Schwefelsäure durch Zusatz von Selen zur Kochflüssigkeit war bei den in der Ablauge vorhandenen geringen Mengen lose gebundener schwefliger Säure ebenfalls erfolglos. Schließlich stellte es sich heraus, daß man eine Abscheidung der organischen Substanz aus der Sulfitablauge dann erreicht, wenn man der Sulfitablauge Holzabfälle und Kaliendlauge (Chlormagnesium-Lösung) zufügt und auf 180° erhitzt. Man erhält eine Ausbeute von 60 vH Kohle und ein klares Abwasser, das nur noch Spuren von organischer Substanz aus Sulfitablauge zeigt. Man kann auch eine Zersetzung der Sulfitablauge erreichen, wenn man ihr Kohle, gewonnen aus Holzabfall mit Hilfe von Kaliendlauge (Chlormagnesiumlösung), zusetzt. Die kohlige Substanz wirkt dabei als ein Stoff mit sogenannter großer innerer Oberfläche. Dies könnte bei Ersatz der Kohle durch Kieselgur bewiesen werden. An Stelle von Kieselgur, die praktisch nicht in Betracht kommt, weil sie die Kohle aschenreich machen würde, können auch Abarten der Braunkohle, gewisse Lignite, Verwendung finden. Bei der Zersetzung der Sulfitablauge durch die Kohle können gleichzeitig auch gewisse Mengen von schwefliger Säure, Essigsäure und Methylalkohol neben der Kohle gewonnen werden. Verfügt die Sulfitzellstoffabrik nicht über genügende Mengen von Holzabfall, so kann die erforderliche Kohle aus dem Torfmoor oder von den Sägewerken geliefert werden. Da Deutschland jährlich etwa 800 000 t Zellstoff erzeugt, entsteht die gleiche Menge organischer Substanz, die in der angedeuteten Weise in Form von Sulfitablauge auf Kohle und wertvolle Nebenerzeugnisse, wie Essigsäure, Holzgeist verarbeitet werden kann. In Deutschland könnten also auf diesem Wege 400 000 t Kohle und voraussichtlich erheblich mehr Essigsäure und Methylalkohol erzeugt werden, als in diesem Lande gegenwärtig verbraucht wird.

Eberswalde. [N 325] Prof. Carl G. Schwalbe.

[1]) Auszug aus einem in der diesjährigen Hauptversammlung des Vereins der Zellstoff- und Papierchemiker und -Ingenieure in Berlin am 11. März 1924 gehaltenen Vortrage.

Aus dem Ausland.

Dampfkraftanlagen.

Das Quecksilberdampf-Verfahren.

Die thermisch vorteilhafte Umsetzung eines großen Temperatur- und Wärmegefälles ist bei Wasserdampf an die Anwendung hoher Anfangsdrücke gebunden. Diesem Nachteil begegnet Emmet mit seinem Mehrstoff-Verfahren dadurch, daß er in den Arbeitsvorgang einen zweiten Stoff, nämlich Quecksilber, einführt, der in einem Kessel verdampft wird. Aus Abb. 6 sind die Temperatur- und Druckverhältnisse von Wasser- und Quecksilberdampf ersichtlich[1]). Der Quecksilberdampf gibt seine Verdampfungswärme, nachdem er Nutzarbeit in der Turbine geleistet hat, in einem Kondensator an das Kühlwasser ab, das dadurch in Dampf von gewünschter Spannung verwandest wird. In seinem Vortrag in der Frühjahrsversammlung 1924 der Am. Soc. of Mech. Engs.[2]) gibt Emmet eine Darstellung der theoretischen Gewinnmöglichkeiten dieses Verfahrens.

Die T-S-Diagramme, Abb. 7 bis 12, sind unter Zugrundelegung des Regenerativ-[3]) bzw. des Rankine-Verfahrens aufgezeichnet. Die schraffierten Diagramme versinnbildlichen das Zweistoffverfahren bei diesen beiden Arbeitsprozessen. Seine theoretische Überlegenheit gegenüber dem bisherigen Wasserdampfprozeß ist aus den eingetragenen Zahlen ersichtlich. Der Wasserdampfprozeß ist in den Abb. 7, 9, 11 und 12 dargestellt, und zwar für Dampf von 20 at bzw. 83 at bei einmaliger Zwischenüberhitzung. In allen Diagrammen verläuft der Kreisprozeß bis zu der gleichen unteren Temperaturgrenze (0,031 at). Die Flächen unter dieser Linie stellen die Verlustwärme dar. Zur Beurteilung dieser Werte bedarf es natürlich der Kenntnis ihrer Grundlagen.

Nachdem seit 1915 in einer Erstausführung im Kraftwerk der General Electric Co. gründliche Erfahrungen gesammelt worden sind, läuft nunmehr eine 1800 kW-Quecksilberdampfturbine im Dutch Pointwerk in Hartford.

Abb. 13 zeigt einen Schnitt durch die Kesselanlage unter der Turbine. Der mit Öl befeuerte Kessel erzeugt Quecksilberdampf von 2,45 at Spannung und 433 °C. Der Dampf ist aus Rücksicht auf die Turbinenschaufeln leicht überhitzt (30°). Besondere konstruktive Erwägungen waren beim Quecksilberdampfkessel nötig. Die Kesselrohre sind auf ⅔ ihrer Länge von unten sechseckig geformt und wabenartig aneinandergesetzt (Abb. 14). Der obere runde Teil dient als Überhitzerfläche. Quecksilber ist zwar ein guter Wärmeleiter, doch erfordert die weniger innige Berührung der Quecksilberflüssigkeit mit der Kesselwandung beträchtliche Temperaturunterschiede zwischen Feuergas und Rohr. Unbedingt erforderlich ist ein guter Quecksilberumlauf. Der sich entwickelnde Dampf muß reichliche Durchgangsquerschnitte finden, damit er sich leicht aus der Flüssigkeit löst, ohne sie bis zum Kochen zu beschleunigen oder den Quecksilberumlauf zu stören. Eine Schwimmer-Anzeigevorrichtung gestattet die Feststellung des Quecksilberstandes. In einem neuen Sektional-Quecksilberkessel werden kalorisierte Rohre verwendet. Die Feuergase kühlen sich beim Durchgang durch den Quecksilberkessel von 1650 °C auf 620 ° ab, durchziehen dann den Quecksilbervorwärmer (371 °), den Wasserdampfüberhitzer (315 °) und verlassen den Speisewasservorwärmer mit etwa 218 °C.

Der erzeugte Dampf tritt durch das vom Regler beeinflußte Ventil in die Turbine, Abb. 15. Diese arbeitet in einer Luftleere von etwa 96 vH. Das einkränzige Aktionsrad ist auf dem freien Wellenende im Kondensatorraum befestigt. Der Versuch hat ergeben, daß vergüteter Schnelldrehstahl als Schaufelbaustoff dem gewöhnlichen weichen Stahl nicht überlegen ist; keiner von beiden zeigte Anfressungen. Ein i Kondensatorraum stehender Mann kann bei der gewählten Befestigung art die Schaufeln aus dem Rad leicht ausbauen. Falls die Turbine d gelieferten Quecksilberdampf nicht verarbeiten kann, strömt er dur Hilfsventile im Leitrad (in Abb. 15 nicht eingezeichnet) in den Konde sator, so daß die Wasserdampferzeugung gesichert bleibt. Als Welle abdichtung dient ebenfalls Quecksilberdampf, der aufgefangen und wied verflüssigt wird.

Der Wärmeübergang bei der Kondensation des Quecksilberdampfes i günstig. In der Hartfordanlage werden rd. 376 kcal/m² h, bezogen auf 1 Temperaturabfall, übertragen. Die senkrecht herunterhängenden stählern Kondensator- und Dampfkesselrohre werden gleichmäßig vom Turbinena dampf umspült, was man durch erleuchtete Beobachtungsfenster festste konnte. Temperaturspannungen kommen nicht vor. Das niedergeschlage Quecksilber fließt durch eine Rückführleitung infolge seines Gewicht nach unten in den Quecksilbervorwärmer. Falls die Dampfentnah plötzlich stockt, bläst der Kondensatorkessel durch die üblichen Siche heitsventile ab. Der erzeugte Wasserdampf hat 14 at Überdruck u 198 °C Temperatur.

Wegen der Gefährlichkeit undichter Stellen hat man alle unt Druck stehenden, Quecksilber führenden Behälter und Leitungen m dem Schornstein in Verbindung gebracht. Die Heizgase können dur geeignetes Reagenzpapier auf Quecksilberdampfgehalt geprüft werd Fast alle Befestigungen sind geschweißt. Da Quecksilber bei Luftzutr das für den Betrieb gefährliche rote Oxyd bildet, verhindert man so fältig jede Berührung mit der Außenluft. Kessel und Kondensat werden zu diesem Zweck bei Stillstand mit Leuchtgas gefüllt. H_2 u CO sind geeignete Reduzierstoffe für die Reinigung des durch Sau stoff unbrauchbar gewordenen Quecksilbers. Vergiftungsgefahren b stehen bei genügender Vorsicht nicht.

Wegen der Ungewißheit über die wahre Kesselleistung wird Turbine vorübergehend bis zu 1500 kW, gewöhnlich nur mit 1200 k belastet. Bei $^2/_3$-Last, 1,55 at Quecksilberdruck und dem nur 60 betragenden Wirkungsgrad des einkränzigen Laufrades hat man et 3024 kcal/kWh gebraucht. Dieses Ergebnis hofft Emmet durch Üb gang auf etwa 4,92 at Quecksilberdampfspannung, Anwendung ei mehrstufigen Turbine, Abdampfvorwärmung des Speisewassers und E bau eines Ljungström-Lufterhitzers auf etwa 2520 kcal/kWh verbess zu können. Aus einem auf der Tagung vorgelegten Versuchsberi ist zu entnehmen, daß bei einer Belastung der Quecksilberturbine 1258 kW der Brennölverbrauch ($H = 10\,299$ kcal/kg) 0,738 kg/kWh betr während gleichzeitig 11 223 kg/h Wasserdampf von 13,2 at und 9,4 Überhitzung aus Speisewasser von 91,6 °C erzeugt wurden. Für N anlagen beziffert Emmet den Quecksilberbedarf auf 2,72 kg für 1 k eingebauter Turbinenleistung.

In der folgenden Zusammenstellung ist auf Grund dieser Zah die mögliche Mehrleistung errechnet. Zum Vergleich sind die V

[1]) „Le Génie civil" Bd. 84 (1924) Nr. 1.
[2]) „Mech. Eng." Bd. 46 (1924) Nr. 5 S. 236.
[3]) Z. Bd. 67 (1923) S. 1153.

Z 24/579

Abb. 6. Temperatur- und Druckverhältnisse von Wasser- und Quecksilberdampf.

Z 24/359

Abb. 13. Schnitt durch die Kesselanlage.

a Ölbrenner
b Quecksilberkessel
c Quecksilberdampfrohr
d Quecksilbereintritt
e Quecksilberaustritt
f Quecksilbervorwärmer
g Wasserdampfüberhitzer
h Überhitzereintritt
i Überhitzeraustritt
k Speisewasservorwärmer
l Abgaskanal.

uchzahlen von drei neueren amerikanischen Kraftwerken vom Januar
24 angegeben. Die bei Anwendung des Zweistoffverfahrens mögliche
hrleistung — auf gleiche Brennstoffmenge bezogen — beträgt 51 bis
vH. Allerdings kann man mit der Quecksilberanlage nicht die Be-
stungsspitzen aufnehmen, was bei gewöhnlichen Dampfkesseln mög-
h ist.

	Werk 1	Werk 2	Werk 3
istung . . . . kW	180 000	50 000	100 000
eisewasservorwärmer	nein	nein	ja
ampfdruck . . . . at	15,3	20,1	16,5
erhitzung . . . . °C	102,8	118,3	93,3
elastungsfaktor . . . . vH	57,0	50,0	50,0
ärmeverbrauch . . . . . kcal/kWh	5 002	4 964	4 599
ewinn bei Verbrennung der gleichen Brennstoffmenge unter Quecksilber-kesseln . . . . vH	65	58	51

Der wichtigste Konstruktionsteil, der Quecksilberkessel, ist in der
orliegenden Ausführung noch nicht befriedigend durchgebildet; denn für
en praktischen Betrieb muß ein Dampfkessel unbedingt befahrbar sein.
ier wird noch viel Arbeit geleistet werden müssen. Soweit sich jedoch
der Hand der Veröffentlichungen ein Urteil bilden läßt, stellt die
nmet-Anlage eine grundsätzlich gelungene Einzellösung der alten Auf-
be der Mehrstoffmaschine dar. [M 490] Dipl.-Ing. E. Schulz.

Abb 7

Abb

Abb. 9.

Abb. 10.

Abb. 11.

Abb. 12.

Abb. 7 bis **12.** T-S-Diagramm des Ein- und Zweistufenverfahrens.

Eisenbahnwesen.

Lokomotiven mit Kohlenstaubfeuerung.

Während bei ortfesten Anlagen schon seit längerer Zeit die selbst-
tigen Staubkohlenfeuerungen eine weitere Verbreitung gefunden haben
d neuerdings insbesondere für Dampfkesselheizung sehr wichtig ge-
orden sind, hatte sich bisher der Einbau in Lokomotiven nur ver-
nzelt durchzusetzen vermocht. Schon früher ist auf die Schwierig-
eiten hingewiesen worden[1]), die beim Einbau der Kohlenstaubfeue-
ngen auftreten. Allerdings waren bei dieser Gelegenheit auch die
orteile dieser Feuerungsart hervorgehoben worden, die besonders in
ter Brennstoffausnutzung, einfacher Bedienung und Leistungssteige-
ng bestehen.

Wie nun aus einer Veröffentlichung der „Industrial India" hervor-
ht[2]), hat man in Amerika anscheinend inzwischen die Schwierigkeiten
erwunden und hat Lokomotiven mit Staubkohlenfeuerung der Fuller
., Bauart Lopulco[1]), mit bestem Erfolge betrieben. Als einzige Nach-
ile werden nur noch die geringen Mehrkosten (im Höchstfalle rd. 3 sh/t)
r Trocknen und Pulvern der Kohle erwähnt.

Auf welche Weise man die bisher so lästige Koksbildung und den
chlackenansatz verhindern konnte, geht aus den Darlegungen der
nglischen Zeitschrift nicht hervor. Jedoch gibt der Verfasser,
. Brownlie, für die ganze Betriebzeit der Maschine eine
ohlenersparnis von 23,1 vH gegenüber normaler Handfeuerung mit
ückkohle bei vorsichtiger Berücksichtigung der Heizwerte und
nstigen Betriebsgrößen an. Er führt den Erfolg in erster Linie auf
e innigere Durchmischung von Verbrennungsluft und Brennstoff
zurück. Man kommt so mit einem Luftüberschuß von rd. 20 vH aus,
denen bei Verfeuerung von Stückkohle rd. 100 vH gegenüberstehen. Die
Verbrennung soll gänzlich rauchfrei und bei äußerst geringer Aschen-
absonderung vor sich gehen.

Eine Gesamtkostenübersicht ergibt eine Ersparnis von 11,5 vH unter
der Voraussetzung eines Kohlenpreises von 20 ℳ/t, eines Mehraufwandes
von 3 ℳ/t für Pulvern und Trocknen der Kohle und der oben an-
geführten Kohlenersparnis von 23,1 vH. Gelingt es, vom Bergwerk
selbst Staubkohle zu beziehen, so erhöht sich durch den Fortfall der
Pulverungs- und Trock-
nungskosten und durch die
Niedrigkeit des Preises
für Staubkohle (5,50 ℳ/t)
die Gesamtersparnis auf
79 vH. Allerdings wird
Staubkohle nur in be-
schränktem Maße geför-
dert, und bei einem etwa
auftretenden Massenbedarf
seitens der Eisenbahn
würde ihr Preis sich so
stark erhöhen, daß der
zuletzt berechnete Wert
nur eine theoretische Be-
deutung hat.

Die Versuche wurden
mit Güterzuglokomotiven
auf der 182 km langen
Strecke der Atchison-,
Topeka- und Santa Fé-
Eisenbahn zwischen Shop-
ton (Jowa) und Marceline
(Mo.) ausgeführt. Die ge-
fundenen Werte wurden
bestätigt durch Versuchs-
fahrten auf der Delaware-
und Hudson-Eisenbahn und
auf der New York-Central-
Eisenbahn. [N 512] Dr. G.

Abb. 15.
Schnitt durch Turbine
und Kondensator.

a Quecksilberdampf-eintritt
b Sicherheitsventil
c Quecksilberturbine
d Kondensator
e Rückleitung des Quecksilberkondensates
f Wasserdampfraum
g Luftpumpenleitung
h Stromerzeuger.

Abb. 14.
Anordnung der Kesselrohre.

a Quecksilberstand
b Quecksilberdampfraum
c Heizgasdurchgang
d Schweißstelle.

Schiffs- und Seewesen.

Englische Forschungen an Schiffsdieselmaschinen.

In der 65. Sitzung der Institution of Naval Architects vom 11. April ds. Js. berichtete Ing.-Commander R. Beeman über weitere Versuche an Dieselmotoren im Ingenieurlaboratorium der englischen Admiralität, die vor allem die Ausbildung des Dieselmotors für die Verwendung auf Kriegsschiffen fördern sollen[1]).

Eine allgemeine Untersuchung über die Eignung des Dieselmotors zum Antrieb von Oberflächenkriegschiffen mit hoher Maschinenleistung führt zur Zusammenstellung, Zahlentafel 1, der Leistungen und zulässigen Gewichte der Hauptmaschinen; dabei ist mit Rücksicht auf den geringeren Brennstoffverbrauch das zulässige Gewicht der Ölmaschinenanlage gleich dem Gewicht der Dampfmaschinenanlage, vermehrt um ¼ des Brennstoffgewichtes der Dampfanlage, angenommen.

Zahlentafel 1.

	Gewicht der Dampfanlage für 1 WPS kg/PS	Anzahl der Wellen	Wellenleistung PS	Drehzahl Uml./min	Zulässiges Gewicht der ölmaschinenanlage für 1 WPS kg/PS
Schlachtkreuzer . .	41	4	36 000	210	45
Kreuzer	30	4	16 000	400	39
Leichte Kreuzer .	25	2	20 000	275	31
Flottillen-Führer .	16	2	20 000	350	19
Torpedoboot-Zerstörer	14	2	13 500	360	18

Das Gewicht der Maschinenanlage umfaßt die vollständigen Haupt- und Hilfsmaschinen für den Betrieb, einschließlich Wasser und Schmieröl; außerdem Ersatzteile, Werkstattmaschinen, Destillieranlage, Druckluftanlage und Rudermaschine.

Sieht man von der Möglichkeit des Antriebes einer Schraubenwelle durch mehrere Maschinen ab, so ist in der Tat bis heute noch keine Ölmaschinenanlage ausgebildet worden, die diesen Anforderungen entspricht. Dagegen bietet die in Zahlentafel 1 nicht enthaltene Kriegschiffklasse (Linienschiffe) ein aussichtsreiches Anwendungsfeld, da hier Maschinenleistungen von 10 000 PS für eine Welle bei einem Gewicht von 60 bis 70 kg/PS erforderlich sind. In seiner weiteren Untersuchung kommt Beeman zu dem Ergebnis, daß die doppeltwirkende Zweitaktmaschine für diese Entwicklung die größten Aussichten bietet. In diesem Zusammenhang ist bemerkenswert, daß man auch in Deutschland bei der Entwicklung der Großölmaschinen diesen Weg geht und hierin auch schon wesentliche Erfolge erzielt hat.

Von den eigentlichen Versuchsarbeiten des Laboratoriums verdienen vor allem die Versuche mit Arbeitskolben aus Aluminium-Legierung für raschlaufende Maschinen besondre Beachtung. Nach dem Bericht sollen die Schwierigkeiten in der Herstellung von Kolben bis zu Durchmessern von 630 mm überwunden sein und die Kolben sich im Dauerbetrieb bewährt haben. Die Legierung für solche Kolben hat ungefähr folgende Zusammensetzung:

Kupfer	3 vH	Eisen	0,5 vH
Nickel	1,5 „	Silizium	0,5 „
Magnesium . . .	1 „	Aluminium . . .	93.5 „

Bei geeigneter Vorsicht beim Gießen und darauffolgender Wärmebehandlung erreicht die Zerreißfestigkeit rd. 18 kg/mm² bei einer Dehnung von 3 bis 4 vH. In einem besonderen Fall soll die Zerreißfestigkeit rd. 30 kg/mm² betragen haben.

Mit diesen Kolben hat man die in Zahlentafel 2 aufgeführten Versuchsmaschinen ausgerüstet.

Die bekannte Schwierigkeit des Lockerwerdens der Kolbenzapfenbüchsen konnte bei Kolben, die in der Zapfenmitte geteilt sind, dadurch überwunden werden, daß die senkrechte Weite der Bohrung etwa 0,12 mm kleiner als der Durchmesser der Büchse bemessen wurde; dadurch werden beim Zusammenbau des Kolbens die Büchsen mit Vorspannung festgeklemmt. Auch für die Büchsen mußte man einen besondern Baustoff und in einem andern Fall die Ausführung mit quadratischer Außenform wählen, um das Loshämmern zu vermeiden.

Besondere Aufmerksamkeit erforderte auch die Ausbildung der Kolbenringe. Die Abmessung in der Richtung der Kolbenachse wurde möglichst klein, etwa 6,5 mm, gewählt, während man sie radial so stark wie möglich machte, um eine möglichst große Anlagefläche in der Ringnut zu erzielen.

Von den Versuchsmaschinen haben vor allem die Unit-Maschine und die Digit-Maschine längere Betriebszeiten bei hohen indizierten Drücken aufzuweisen, während bei der Stufenkolbenmaschine noch keine beweiskräftigen Erfahrungen vorliegen. Jedenfalls sind die mitgeteilten Ergebnisse sehr bemerkenswert und für die Entwicklung der raschlaufenden Maschinen von großer Bedeutung.

Weiterhin werden Versuche zur Erreichung hoher indizierter Drücke bei verschiedenen Drehzahlen und Betriebsverhältnissen und Einzelheiten über die Ausbildung des Zerstäubers, der Düsenplatte, der Brennstoffnocke und der Form des Verbrennungsraumes mitgeteilt, die jedoch wenig Neues bieten. Untersuchungen über die Beherrschung der Wärmespannung bei hohen Belastungen führten u. a. dazu, eine Laufbüchse aus geschmiedetem hochkohlenstoffhaltigem Stahl in der

Zahlentafel 2.

Bezeichnung der Maschine	Bauart	Drehzahl Uml. min	Zylinderdurchmesser mm	Hub mm	Ausführung des Kolbens
Unit-Maschine	Viertakt, einfachwirkend, luftlose Einspritzung	380	368	381	ungekühlt, Kolbe[n] geteilt am Kolbe[n]zapfen; Zapfen u[nd] Büchse in ober[er] Hälfte.
Digit-Maschine	Viertakt, einfachwirkend, Lufteinspritzung	390	508	508	gekühlt, Kolben g[e]teilt und mit Bolz[en] verbunden.
Doxford-Maschine	Zweitakt, gegenläufige Kolben, Lufteinspritzung	360	364	2×370	gekühlt, Kolb[en] einteilig.
Stufenkolben-Maschine	Zweitakt, einfachwirkend, Lufteinspritzung	390	457	508	gekühlt, Kolb[en] einteilig.
H-Klassen-Maschine	Viertakt, einfachwirkend, Lufteinspritzung	375	228	305	ungekühlt, Kolb[en] dreiteilig, Kopf-u[nd] Laufkörper Alun[i]niumlegierung, Zwischenstück Stahl.

Unit-Maschine zu erproben, deren geringere Wandstärke folgerichtig g[e]ringere Wärmebeanspruchungen ergab; außerdem soll sie sich auch [in] bezug auf die Abnützung günstiger als die gußeiserne Büchse verhalt[en] haben. Die Versuche damit können jedoch noch nicht als abgeschloss[en] gelten.

Zur Verminderung des Schmierölverbrauchs wurde der Kolb[en] unterhalb des Abstreifringes und des unteren Dichtungsringes ab[ge]schrägt und mit kleinen Löchern zum Abführen des Schmieröles [ins] Innere des Kolbens versehen. Diese Ausführung soll eine wesentlic[he] Verminderung des Schmierölverbrauchs ergeben haben, während [die] Erfahrungen mit abgeschrägtem Abstreifring, entgegen den Erfahrung[en] von anderer Seite, nicht befriedigt haben sollen.

Einige kurze Versuche mit verschiedenen Brennstoffen zeigen, d[aß] die Verwendung von dickflüssigen mexikanischen Ölen bei ras[ch]laufenden Maschinen besondere Schwierigkeiten bereitet, die noch ni[cht] vollständig überwunden sind. [N 537[Dr. R

Chemische Industrie.

Fortschritte auf dem Gebiete der Stickstof[f]bindung in den Vereinigten Staaten.

Das außerordentliche volkswirtschaftliche und technische Intere[sse] an der Frage der Stickstoffbindung hat in den Vereinigten Staaten [im] Anschluß an den Weltkrieg zu sehr umfangreichen und sorgfältigen [Ar]beiten Veranlassung gegeben, an denen sich besonders das dem Uni[ted] States Department of Agriculture unterstehende Studienlaboratorium [für] gebundenen Stickstoff unter Leitung von F. G. Cottrell betei[ligt] hat. Unlängst ist nun ein zusammenfassender Bericht von Cottrell ü[ber] die Tätigkeit des Laboratoriums im letzten Rechnungsjahr, das [mit] dem 30. Juni 1923 abschließt, erschienen. Da es sich um eine auf[ier]ordentlich wichtige maßgebliche Veröffentlichung handelt, seien im [fol]genden die Hauptergebnisse des Berichtes, die auch in Deutschland [Be]achtung verdienen, in gekürzter Form wiedergegeben:

Die eifrige Beschäftigung der Chemiker und Ingenieure mit [dem] Problem der Stickstoffbindung hat bekanntlich infolge des Weltkrie[ges] in allen Ländern sehr stark zugenommen, und wenn auch in Deuts[ch]land auf diesem Gebiete bisher wohl die größten technischen Erf[olge] erzielt worden sind, wie auch der amerikanische Bericht offen zug[ibt], so haben doch auch die andern Länder, vor allem die Vereinigten Staa[ten], England, Frankreich und Italien die Erzeugung von gebundenem Sti[ck]stoff in den letzten Jahren wesentlich erhöht. Das ergibt sich deut[lich] aus der Tatsache, daß bereits im Jahre 1920 mehr als 36 vH der W[elt]erzeugung an Stickstoffverbindungen durch Bindung des atmosphärisc[hen] Stickstoffs gewonnen wurden, während 10 Jahre zuvor die gesa[mte] synthetische Erzeugung nur etwas mehr als 1 vH betragen hatte.

In den Vereinigten Staaten hatte man sich vor dem Kriege [nur] sehr wenig mit der Anlage von Stickstoffabriken beschäftigt, und a[uch] gegenwärtig erfolgt die Deckung des sehr großen Verbrauchs an st[ick]stoffhaltigen Düngemitteln zu fast 99 vH durch Einfuhr von Chilesalp[eter] und die Gewinnung von schwefelsaurem Ammoniak als Nebenprodukt [der] Kokereiindustrie. Die im Kriege errichtete Regierungsanlage in Mus[cle] Shoals hat zwar eine Leistungsfähigkeit von 40 000 t Sticks[toff] im Jahre, sie ist aber kurz nach Beendigung des Krieges stillge[legt] worden, obwohl sich der Verbrauch an stickstoffhaltigen Düngemit[teln] in den letzten Jahren um mehr als 7½ vH gesteigert hat und ge[gen]wärtig etwa 200 000 t im Jahre beträgt. Ähnlich wie in Deutschland

[1]) Vergl. Z. Bd. 64 (1920) S. 702.

[1]) Z. Bd. 66 (1922) S. 903.

[2]) „Industrial India" Bd. 3 vom April 1924.

Verbrauch an gebundenem Stickstoff auch in Amerika weit hinter Menge zurückgeblieben, die bei einer wirklich wirtschaftlichen ung verbraucht werden könnte. Jedenfalls besteht aber z. Z. in Vereinigten Staaten noch keine irgendwie nennenswerte Industrie Stickstoffbindung. Um so mehr bemüht man sich dagegen, durch dliche Kenntnis aller jetzt im Ausland ausgeführten Verfahren zur stoffbindung und systematische eigene Versuche in dem For- ngslaboratorium die Vorbedingungen für eine spätere großzügige wicklung der amerikanischen Stickstoffbindungsindustrie zu schaffen. Das nach dem Krieg errichtete Studienlaboratorium sollte einmal Kenntnisse, die man während des Krieges auf dem Gebiet der Stick- bindung erlangt hatte, sichten, ferner die notwendigen Auskünfte die Friedensverwertung der Regierungsanlagen in Sheffield und scle Shoals beschaffen und endlich im allgemeinen die Bindung die Verwertung des Stickstoffs studieren. Am 1. Juli 1921 wurde Laboratorium dem Ackerbauministerium angegliedert und begann em Rechnungsjahr 1. Juli 1922 bis 30. Juni 1923 seine Arbeiten mit m Budget von 264 000 Dollars, wovon in diesem Jahre tatsächlich 00 Dollar verausgabt wurden.

Als die Vereinigten Staaten in den Krieg eintraten, standen sie ich wie andere Länder vor der Aufgabe, zwischen den drei Ver- en der Bindung des Stickstoffs, die damals die größte Verbreitung ngt hatten, auszuwählen. Es waren dies das Lichtbogenverfahren, Verfahren zur Gewinnung von Kalkstickstoff und endlich das kte synthetische Ammoniak- oder Haberverfahren. Das erstgenannte ıtbogenverfahren kam nicht in Frage wegen seines allzu großen ftbedarfs und der im Verhältnis hierzu nicht befriedigenden Aus- te an gebundenem Stickstoff. Wenn man sich auch schon während Krieges darüber klar war, daß das Kalkstickstoffverfahren auf Dauer dem synthetischen Ammoniakverfahren unterliegen würde, ntschloß man sich doch während des Krieges, hauptsächlich das Kalk- kstoffverfahren zur Anwendung zu bringen, wenn es auch an sich tspieliger wegen seines größeren Kraftbedarfs war. Es konnte jedoch es Verfahren ohne Schwierigkeit verwendet werden, während das nals noch in der Entwicklung begriffene direkte Ammoniakverfahren r große und verwickelte Anlagen erfordert hätte, deren Betrieb sich eifellos schwierig gestaltet hätte. Als das Studienlaboratorium in den en zwei Jahren seiner Tätigkeit noch unter dem Kriegsministerium tand und man dauernd die Frage erörtern mußte, ob nicht die gierungsanlage in Muscle Shoals wieder in Betrieb gebracht werden te, hat man sich begreiflicherweise gerade mit diesem Verfahren sehr gehend beschäftigt, ist jedoch damals zu dem Ergebnis gekommen, ß auf dem Wege des Kalkstickstoffverfahrens ne wesentliche Verbilligung der Stickstoff- eise für Düngemittel kaum erzielt werden nnte. Man hat sich auch eingehend mit verschiedenen chemischen kömmlingen des Kalkstickstoffs beschäftigt, von denen einige bereits timmte Verwendungen in der Herstellung von Explosivstoffen für egszwecke, in der Medizin und für gewerbliche Zwecke gefunden en. In dem Bericht werden folgende chemische Produkte aufge- rt: Dicyandiamid, Guanylharnstoff, Guanidin und seine Salze, Urethan v. Es wäre jedenfalls überaus erfreulich, wenn diese Klasse von Ver- dungen in der Tat den Ausgangspunkt für ein ganz neues Feld der ithetischen Chemie bilden würde, da diese Verbindungen aus Kalk- kstoff weit billiger als auf Grund der bisher üblichen Darstellungs- thoden erhalten werden können. Allerdings wird die Menge des lkstickstoffs, der für diese Zwecke Verwendung finden dürfte, hinter Menge des Düngemittels Kalkstickstoff selbst wohl stets zurück- hen, aber es könnte immerhin der Gesamtwert dieser neuen Pro- kte doch wirtschaftlich recht erheblich mit in Betracht zu ziehen sein, daß die Kalkstickstoffindustrie selbst auch bei steigendem Wettbewerb r übrigen Verfahren aus dieser Quelle immerhin erhebliche Einnahmen winnen könnte.

Neuere Versuche über die Düngewirkung des Kalkstickstoffs und ne Verwendung zu Mischdüngern, die ja in Amerika viel mehr üblich d als in Deutschland, haben als besonders vielversprechend ergeben, ß man durch Mischen von Kalkstickstoff mit neutralen oder basischen osphaten an Stelle der bisher meist üblichen Mischungen mit sauren osphaten die Verwendung des Kalkstickstoffs pro Tonne Mischdünger heblich über die jetzt allgemein übliche Grenze von 60 Pfund Kalk- ckstoff hinaus steigern könne, wodurch gleichzeitig bei gewissen uchtgattungen bedeutende Ertragsteigerungen erzielt werden können.

Während des Krieges hat man sich aber auch mit der Bindung des ickstoffs in Form von Natriumcyanid nach dem sogenannten ucherprozeß beschäftigt, ohne daß es jedoch gelang, die nach esem Verfahren arbeitende Anlage in Saltville in Virginia vor m Waffenstillstand auch wirtschaftlich mit Erfolg zu betreiben. Man tte vielfach geglaubt, daß es möglich sein würde, vom freien Stick- off über das Natriumcyanid zum Ammoniak auf billigerem Wege zu langen, als über das Cyanamid, den Kalkstickstoff, und daß, selbst enn dies nicht der Fall sein sollte, nach dem Bucherprozeß immer ch auf billigerem Wege die Herstellung von Cyaniden und Blau- äure möglich sein würde. Das Cyanidverfahren leidet nun aber ran, daß die Reaktion zur Bildung des Cyanids unvollständig ver- uft und daß andere Komplikationen durch die Flüchtigkeit der bstanzen bei dieser Reaktion entstehen. Immerhin ist inzwischen ne Gesellschaft in Kalifornien gebildet worden, die sich mit der erstellung von Blausäure zur Räucherung von Fruchtbäumen be- chäftigt. Die Aussicht jedoch, über das Cyanidverfahren den ge- ındenen Stickstoff zu Düngemitteln zu erhalten, hat sich als nicht be- nders vielversprechend erwiesen.

Besonders interessant erscheinen naturgemäß für deutsche Leser die Ausführungen des Berichtes über das synthetische Ammoniakverfahren, das auch in Amerika allgemein für eins der aussichtsreichsten, wenn nicht das aussichtsreichste zur Bindung des Luftstickstoffs gehalten wird. Dieses Verfahren bietet nun für das Studium eine ganze Reihe von Einzelaufgaben. Vor allem war die Frage der Auffindung eines geeigneten Katalysators zu lösen, von dessen Anwesenheit ja die technische Durchführbarkeit der Ammoniakbildung aus Wasserstoff und Stickstoff hauptsächlich abhängt; hierzu kommt allerdings noch das Problem der Reinigung der beiden Gase. Nach Angabe des Berichtes ist es gelungen, einen stark reaktionsfähigen und beständigen Katalysator herzustellen, wenn auch in der Behauptung, kein Land der Welt besitze einen dem amerikanischen Ammoniakkatalysator überlegenen Kontaktstoff, wohl etwas Übertreibung liegen dürfte.

Wesentliche Fortschritte in der Verbesserung des Gesamtvorganges werden außerdem durch Anwendung höherer Drucke für eine nahe Zukunft erwartet. Im letzten Jahr sind Versuche bei verschiedenen Drücken bis zu 1000 at gemacht worden, wobei sich die Wirksamkeit und Lebensdauer des Katalysators als durchaus befriedigend herausgestellt hat.

Das Hauptbestreben bei all diesen Versuchen war naturgemäß die Verbilligung des Stickstoffpreises in den Düngemitteln selbst, wobei Vorteile und Nachteile der Anwendung verschiedener Drücke zu untersuchen waren. Vorgeschlagen wurden bisher von den verschiedenen Verfahren zur direkten Ammoniakgewinnung 100, 200, 300, 600 und 1000 at. Eine abschließende Beurteilung dieser Frage erscheint jedoch nur möglich, wenn man in einer großen Anlage selbst die Betriebsergebnisse unter verschiedenen Drücken prüfen könnte.

Wesentlich für die technische Durchführung des Ammoniakverfahrens ist bekanntlich das Gefäßmaterial. Das Laboratorium hat sehr eingehende Untersuchungen über 25 verschiedene Stahllegierungen angestellt und diese Legierungen ungefähr ein Jahr lang einer Stickstoff-Wasserstoff-Ammoniakmischung bei 500° und 100 at Druck ausgesetzt. Als Ergebnis vermag es jetzt eine Legierung zu empfehlen, die sich zur Verwendung bei 100 und sogar bis zu 300 at eignet.

Sehr wesentlich erscheint auch die Verminderung der Herstellungs- und Reinigungskosten des Wasserstoffs, die bisher etwa zwei Drittel der Kosten des gebildeten Ammoniaks überhaupt ausmachten. Von den drei Hauptwegen für die Gewinnung des Wasserstoffs, der Elektrolyse wässeriger Lösungen, der Zersetzung kohlenwasserstoffhaltiger Materialien und endlich der direkten und indirekten Reduktion von Wasserdampf durch Kohle kommt der elektrolytische Wasserstoffprozeß für die künftige Großtechnik weniger in Betracht als rein chemische Gewinnungsmethoden, die an sich größere Möglichkeiten der Verbesserung und daher der schließlichen Verbilligung bieten.

Mittels der chemischen Reaktion von Kohle, Koks, Petroleum oder Naturgas, entweder allein oder mit Wasserdampf läßt sich roher Wasserstoff viel billiger als durch Elektrolyse gewinnen. Zurzeit gleichen jedoch die Kosten für die Reinigung des Gases die Ersparnis gegenüber dem elektrolytischen Prozeß noch völlig aus. Es besteht jedoch völlig die Möglichkeit, hier Verbesserungen und Ersparnisse zu erzielen, die sich in dem Preise des Endprodukts, des Düngemittels, schließlich auswirken müssen. Im letzten Jahr ist auch ein Katalysator zur Umwandlung von Kohlenoxyd und Wasserdampf in Wasserstoff studiert worden, dessen Wirksamkeit von dem Grade der Reinigung beider Gase abhängig ist. Auch die Entfernung des nicht in Reaktion getretenen Kohlenoxyds mit Kupfersalzen ist eingehend untersucht worden, wie auch im Anschluß daran die Überführung des Kohlenoxyds in Methan, die auch durch geeignete Katalysatoren in ihrer Ausbeute verbessert werden kann.

Was den Lichtbogenprozeß anbetrifft, so ist man sich auch in Amerika darüber klar, daß dieses Verfahren in Friedenszeiten sich mit dem Kalkstickstoff- und dem Ammoniakverfahren nur in Ausnahmefällen (Norwegen) messen kann, daß es jedoch für militärische Zwecke stets eine gewisse Bedeutung beanspruchen wird, da es unmittelbar zur Salpetersäure führt. Einen wesentlichen Fortschritt würden allerdings die von dem Laboratorium ausgearbeiteten, in dem Bericht jedoch nur kurz angedeuteten Maßnahmen zur Absorption der Stickstoffgase durch feste Absorptionsmittel an Stelle des bisher verwendeten Wassers bedeuten.

Neuerdings hat man sich vor allem in wissenschaftlichen Kreisen mit dem Studium der elektrischen Entladung im Stickstoff und Mischungen dieses Elements in Gasen beschäftigt und ist bei diesen Arbeiten zu interessanten Schlüssen über die Urstruktur und die chemischen Eigenschaften der Atome und Moleküle gelangt. Wenn man mächtige elektrische Entladungen durch reinen Stickstoff bei niedrigem Druck hindurchgehen läßt, so fährt der Stickstoff auch, nachdem er den Entladungen nicht mehr unterliegt, für eine gewisse Zeitdauer fort zu glühen, und reagiert zugleich mit vielen Substanzen, mit denen gewöhnlicher Stickstoff nicht in Verbindung tritt. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß auch auf diesem Gebiete noch für die Technik wichtige Ergebnisse erzielt werden können, ebenso auch auf dem Gebiet der rein thermisch verlaufenden Verfahren, nach Art des in Deutschland zeitweise ausgeübten Häusserprozesses. Mit diesen Fragen hat sich das Laboratorium wenig beschäftigt, weil hierzu ein tieferes Eingehen in die Therorie und Praxis von Verbrennungsmotoren erforderlich gewesen wäre. Da jedoch im laufenden Ge-

schäftsjahr die Ingenieurabteilung des Instituts verstärkt werden soll, wird man sich diesen Problemen zuwenden können. Fortschritte auf dem Gebiete der Bindung des Stickstoffs in Form von Nitriden scheinen über den Serpekprozeß hinaus bisher noch nicht erzielt worden zu sein, und ebenso ist auch die Stickstoffbindung, welche im Boden durch Organismen erfolgt, bisher noch keineswegs vollkommen aufgeklärt worden. Untersuchungen über diese Reaktionen hat das Laboratorium unter Mitwirkung des Bureaus für Pflanzenindustrie in Washington angestellt, jedoch wird man bei den außerordentlichen Schwierigkeiten dieser Untersuchungen nur auf einen sehr langsamen Fortschritt auf diesem Gebiete rechnen können. [N 433] Prof. Dr. H. Großmann.

Materialkunde.

Neuer amerikanischer schnellbindender Zement.

Nach neunmonatigen Versuchen hat jetzt die Atlas Portland Cement Co. einen amerikanischen Aluminium-Zement auf den Markt gebracht, nachdem bisher die amerikanischen Ingenieure nur durch Berichte über Proben mit dem französischen Erzeugnis und durch die Proben r einigen ähnlichen Zementen, die durch das Bureau of Standards in V suchsmengen hergestellt waren, die besonderen Eigenschaften die Baustoffes kennen gelernt hatten. Während der französische Zem praktisch nicht erhältlich war, ist jetzt jeder Bauunternehmer in Lage, den Zement auszuprobieren und die Erzeugung für den Han aufzunehmen.

Der neue Zement soll dieselben günstigen Eigenschaften hal wie der französische; er erhärtet sehr schnell und erreicht früh h Festigkeit, hat große Widerstandfähigkeit gegen Einwirkung von Salz und gleicht im übrigen dem Portlandzement bis auf die dunklere Far Die Kosten des neuen Zements sind indessen über doppelt so hoch w die des Portlandzementes, werden es auch wahrscheinlich immer bleib weil die zu seiner Herstellung erforderliche Aluminiumtonerden wie Bau selten vorkommen. Für Überwasserarbeiten, wie Straßenbauten, Öl tungen, Betondecken, Zementputz, ferner für Betonpfähle, Brücken u Bauten, wo die Schalung wiederverwendet werden muß, wird der Zem indessen ein sehr gesuchter Baustoff sein. („Eng. News-Record" Bd. [1924] Nr. 19) [N 536] Bu

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. Abteilung Sortiment, bezogen werden. Es empfiehlt sich, bei der Bestellung stets den Verleger anzugeben.

Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhüttenwesens. Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf. Düsseldorf 1923, Verlag Stahleisen m. b. H. 12. Aufl. XII, 661 S. 8° mit 123 Abb. Preis geb. Gm. 12.

Zum 12. Male seit 1889 schickt der Verein deutscher Eisenhüttenleute seine „Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhüttenwesens" hinaus. Die 11. Auflage vom Jahre 1921 ist schon vergriffen, gewiß ein Zeichen, wie unentbehrlich das Buch ist. Sein Umfang wuchs um fast 70 Seiten. Überall erkennt man die bessernde Hand der erfahrenen Fachgenossen, die in vorbildlicher Gemeinschaftsarbeit alle für die neue Auflage wichtigen Änderungen und Fortschritte der Technik und der Wirtschaft berücksichtigt haben.

Im „Technischen Teil", der gesondert unter dem Titel „Die Technik des Eisenhüttenwesens" als Lehrbuch für technische Mittelschulen an diese unmittelbar vom Verlage für 3 Gm. geb. abgegeben wird, sind verschiedene Abbildungen verbessert oder durch dem neuesten Stand entsprechende ersetzt worden, manch andres Bild wurde neu eingefügt. Zu begrüßen sind die jetzt vielen Abbildungen beigedruckten Erklärungen der Einzelteile. In alle Zahlentafeln sind die neuesten Werte eingesetzt. Die statistischen Angaben sind stets noch für das Jahr 1922 mitgeteilt. Die Einleitung mit der Erklärung des Begriffes Eisen im technischen Sinne seiner Bestandteile und seiner Eigenschaften ist verbessert. Die Geschichte der direkten Eisendarstellung, der Roheisenerzeugung, Entstehung der Eisengießerei, des Eisenkunstgusses und der Erzeugung schmiedbaren Eisens und Stahles ist ergänzt worden. Die Abteilung „Darstellung des Roheisens" ist straffer gegliedert, in ihrem Abschnitt „Kokerei" die Brennstoff-Frage eingehend behandelt. Der ehemalige Abschnitt „Gebläse" ist in den über „Hochofenbetrieb" einbezogen und der über den „Elektrohochofen" ist ergänzt worden.

Recht glücklich abgefaßt erscheint die neue Fassung des Abschnittes „Werkstoffprüfung". Hier wird, ohne beim Leser die Kenntnis physikalischer und chemischer Gesetze vorauszusetzen, das Eisenkohlenstoff-Schaubild im besten Sinne gemeinfaßlich dargestellt und eine leicht verständliche Erklärung der Vorgänge bei der Härtung und der Wärmebehandlung gegeben, die durch gut ausgewählte Mikro-Lichtbilder unterstützt ist.

Ganz neu ist das Verzeichnis von Schriften, die eine tiefere Kenntnis des Eisenhüttenwesens vermitteln. Es ist nicht etwa eine einfache Aufzählung von Buchtiteln, vielmehr ist jedes Werk durch eine 18gliedrige „Stoffliche Aufteilung", eine Art Schlüssel, nach seinem Inhalt gekennzeichnet.

Der zweite Teil, „Wirtschaftliche Bedeutung des Eisengewerbes", ist stark umgearbeitet und um rd. 40 Seiten vermehrt. Diese klare und übersichtliche Darstellung zu lesen, ist ein Genuß. In der Abteilung „Das Eisengewerbe in den einzelnen Ländern" ist jetzt Luxemburg, das sich seit März 1922 mit Belgien zu einer Zollgemeinschaft zusammengetan hat, eine eigene Darstellung gewidmet, und Kolumbien und Peru sind neu hinzugekommen. Eine vortreffliche Neuerung sind die den einzelnen Ländern beigegebenen Kärtchen, in denen die Fundorte der verschiedenen Mineralien durch besondere, und noch nach der Höhe der Jahresförderung unterschiedene Zeichen kenntlich gemacht sind. Sehr dankenswert ist die neue Abteilung „Aus der Wirtschaftsgeschichte des deutschen Eisenhüttenwesens", die in drei Abschnitten die „Grundzüge der Entwicklung der Eisenhüttentechnik" (Einführung des Kokshochofens, des Puddelns, des Bessemer-, des Thomas-, des Siemens-Martin-Verfahrens und Auswertung der Nebenerzeugnisse), die „Beziehungen der lothringischen Eisenindustrie zu Deutschland und zu Frankreich" und die „Gemeinschaftsarbeit im deutschen Eisenhüttenwesen" behandelt. Die Abteilung „Erz-, Schrott- und Eisenhandel" ist ganz neu gestaltet und fast auf das Doppelte erweitert. In der Abteilung „Der innere Aufbau der Eisenindustrie" wird die Bildung von Konzernen und Kartellen, der Stahlwerksverband und die Verbandsbildung fremder Länder eingehend erörtert. Erweitert und umgearbeitet sind auch die Abteilungen „Eisenwirtschaftsbund" und „Arbeiterschaft der Eisenindustrie". In dies sind alle Wandlungen eingehend geschildert und auch die Ergebnis der Betriebsratswahlen in der rheinisch-westfälischen Eisen- und Sta industrie für 1920 bis 1922 in einer Zahlentafel mitgeteilt.

Das Verzeichnis der Hüttenwerke und Gießereien im Deutsch Reiche nach dem Stande vom Frühjahr 1923 ist jetzt ein bequem brau bares Nachschlagewerk geworden. Die Hochofen-, Stahl-, Puddel- u Walzwerke sind nach Bezirken mit allen wissenswerten Angaben einer geschlossenen Reihe alphabetisch zusammengefaßt. Der Überbli über den Gesamtumfang der einzelnen Werke sowie der großen K zerne ist dadurch sehr erleichtert. Es folgt, gleichfalls nach Bezirk geordnet, je ein alphabetisches Namenverzeichnis der Stahlformgießerei der Kaltwalzwerke und der Walzengießereien. Hieran schließt si das alphabetische Namenverzeichnis von 1900 Eisen-, Stahlform-, Te per- und Röhren-Gießereien, das durch ein Ortsverzeichnis dieser Wer noch ergänzt wird. Dadurch werden die schon vor mehreren Jahren v Berichterstatter gemachten Vorschläge verwirklicht.

Den Beschluß macht das alphabetische Namen- und Sachverzei nis, das mit der beim VdE gewohnten Sorgfalt hergestellt ist und a Einzelheiten des Buches erschließt.

[E 434] Dr.-Ing. Martin W. Neufeld

Der Kampf der Völker um die Industrie. Rede zur Feier der Reic gründung an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin 18. Januar 1924. Von A. Binz. Berlin 1924, Paul Parey. 16 Preis Gm. 1,20.

Die Rede des Vertreters der Chemie an der Berliner Landwi schaftlichen Hochschule über den Kampf der Völker um die Indust dürfte nicht nur das Interesse der engeren Fachgenossen finden, s dern sie verdient auch bei Ingenieuren beachtet zu werden. Die St lung der deutschen Industrie, die im einzelnen an schlagenden B spielen aus dem Gebiete der Elektrotechnik und der chemischen In strie gezeigt wird, ist durch die Ereignisse der letzten Jahre in Welt stark geschwächt worden, obwohl auch manche Erfolge des A landes auf chemischem Gebiete nicht für die Dauer gesichert ersch nen. Aber Deutschland steht vor der noch größeren Gefahr, daß du das nicht immer zweckmäßige Sparen und Abbauen auch auf wiss schaftlichem Gebiet die erfinderische Leistungsfähigkeit der deutsch Wissenschaftler geschmälert wird. Das Beispiel der napoleonisch Zeit, wo die deutsche Wirtschaft noch mehr darniederlag und Staat politisch ganz machtlos war, zeigt jedenfalls, daß man a heute an der Zukunft der deutschen Wissenschaft und Technik ni zu verzweifeln braucht, wenn man dem schöpferischen Geiste jenes Z alters auch im gegenwärtigen Staate den Platz einräumt, der ihm kommt. [E 524] H. Großmann

Organisation und Betriebsführung der Betontiefbaustellen. Von I Ing. A. Agatz, Baurat in Bremen. Berlin 1923, Julius Spring 88 S. mit 29 Textabb. Gm. 3,60.

Die bis zur Stabilisierung unserer Währung sich überstürzend wirtschaftlichen Verhältnisse auf dem Baumarkt haben den Verfas veranlaßt, einmal die organisatorischen Grundlagen herauszuarbeit die für eine wirtschaftliche Ausgestaltung des Baubetriebes bleiben Werte darstellen. Er stützt sich hierbei auf seine auf der Bauste einer unserer größten stark aufstrebenden Baufirmen gesammelten fahrungen. Beides, die Veränderlichkeit der wirtschaftlichen dingungen und das mit dem zunehmenden Wachstum schnell zu e werdende Kleid der genannten Baufirma würden den Verfasser wa scheinlich veranlassen, heute manchen seiner Vorschläge zu richtigen und auszubauen.

Es ist wohl das erste Mal, daß sich ein Bauingenieur die M macht, über die bautechnischen, maschinentechnischen und ka männischen Organisationsformen so weitgehend nachzudenken. U die Aufgabe, die sich Dr. Agatz gestellt hat, hat sich gelohnt. Es

seltener Genauigkeit das gesamte Organisationsgerippe nahezu r ganzen Großbaufirma herausgearbeitet worden. Manchmal ist leicht, von außen her beeinflußt, etwas viel vom inneren Feind eaukratismus zu spüren. Aber es ist erfreulich, daß hier einmal Bauingenieur selbst unterstrichen wird, wie wichtig es ist, die der chinenindustrie geläufigen neuzeitlichen Organisationsformen auch das Baugewerbe zu übertragen. Der Verfasser hat recht, wenn er gute Organisation auch als teuer erkennt und sich demsprechend verschiedentlich gegen den Vorwurf des Zuviel an sonal verwahrt. Solche Unkosten werden aber stets wieder einracht. Noch immer ist ja die wirtschaftlichste Organisation auch teuerste gewesen. Lieber soll man einen Aufsichtsbeamten mehr einlen, als die Arbeitsleistung der Leute auf die Hälfte sinken lassen. praktischen Baubetrieb ist ja überhaupt alles Organisationssache. technischen Fragen werden weniger auf der Baustelle als im mmhaus, im Ingenieurbureau, gelöst.

Der Verfasser gliedert sein Buch in einen technischen und einen fmännischen Teil. Geht die Entwicklung im Baugewerbe weiter der jetzigen Richtung, so wird bald der erstere in einen baumaschinentechnischen Teil zerfallen müssen, wobei der maschinennische die Geräte- und Stoffverwaltung zusammenfaßt. Sie bildet Rückgrat jeder großen Bauunternehmung. Die Wichtigkeit gerade r einwandfreien Organisation auf diesem Gebiete leuchtet daher auch rall in dem Buche des Verfassers durch. Hier läßt sich vielleicht bei r Neuauflage noch manches mehr sagen, insbesondere vermißt man ge Worte über die Frage der Instandhaltung des Geräteparkes und technische Mitarbeit der Geräteabteilung bei Kostenanschlägen und Einrichtung neuer Baustellen, ohne die leicht maschinentechnisches ckwerk entstehen kann. Als recht erfreulich muß es auch bezeichwerden, wenn ein Ingenieur den kaufmännischen Fragen so viel ständnis entgegenbringt, wie Dr. Agatz. Sehr beachtenswerte Worte et der Verfasser über das gegenseitige Verhältnis von Baustellenr und Untergebenen. Nur der Vorgesetzte, der die letzteren zu nen M i t a r b e i t e r n macht, kann auf die Dauer das Höchstmaß an stungen erreichen. Im ganzen kann das Buch als eine wertvolle eicherung der spärlichen Literatur über Organisationsfragen im ubetriebe angesprochen werden. Es füllt eine bestehende Lücke und kann jedem Baupraktiker zum Studium nur warm empfohlen den. [E 352]

Dr. G a r b o t z.

ebnisse von Versuchen für den Bau warmer und billiger Wohnungen den Versuchshäusern der Norwegischen Technischen Hochschule. on Architekt Andr. B u g g e. Nebst einem Ergänzungskapitel: **Beiäge zur Wärmebedarfsberechnung (k-Zahlen).** Von Dipl.-Ing. Alf ohlflaath. Deutsche Übersetzung von Herbert Frhr. G r o t e. erlin 1924, Julius Springer. 124 S. mit 60 Abb. Preis Gm. 6,60.

Ebenso wie in Deutschland und in Schweden wird auch in Norgen seit dem Kriege der Frage des Wärmebedarfs der Wohnbauten ebliche Beachtung geschenkt. Die vorliegende Arbeit berichtet über suche, welche die Verfasser in den Jahren 1919/1922 mit Mitteln des wegischen Staates an der Technischen Hochschule in Trondhjem chgeführt haben.

Im Gegensatz zu den deutschen und schwedischen Arbeiten wurden Untersuchungen nicht an Versuchsmauern im Laboratorium, sondern ganzen Versuchshäuschen durchgeführt, die in einer Reihe nebenander im Freien erbaut wurden. Die Häuschen hatten einen Innenm von 2 × 2 m² Fläche und 2,25 m Höhe, ein Doppelfenster und eine ifach-Tür; sie waren unterkellert und mit Dach versehen und bis die Unterschiede im Aufbau der Wände möglichst gleichmäßig medicht ausgeführt. Jedes Häuschen wurde elektrisch beheizt, ei ein selbsttätiger Temperaturregler die Innentemperatur unabgig von den Wetterverhältnissen auf 20 °C hielt. Die Messung des zbedarfs erfolgte durch einen, in jedem Haus aufgestellten Kilowattdenzähler. Die Zähler wurden während mehrerer Monate täglich elesen, so daß man unmittelbar den Wärmebedarf jedes Tages bei schiedenen Wetterverhältnissen erhielt. Der Vergleich der Versergebnisse bei den verschiedenen Bauarten zeigt das Verhältnis s Wärmebedarfs. Die Versuchsbedingungen entsprechen genau den hältnissen der Wirklichkeit, geben aber zunächst nur den gesamten rmeverlust des Häuschens einschließlich Dach, Fußboden, Fenster Tür. Die Trennung des Wärmeverlustes in seine einzelnen Teile damit die Ermittlung der Wärmedurchgangszahl der Wand wurde Jahre 1921 nach einem Verfahren durchgeführt, das dem bei den schwedischen Versuchen (vgl. Untersuchungen über das Wärmeisolierungsvermögen von Baukonstruktionen von Kreuger und Eriksson. Deutsche Übersetzung. Berlin 1923) benutzten sehr ähnelt. Zu diesem Zweck wurde an die Innenseite des zu untersuchenden Konstruktionsteils ein einseitig offener Heizkasten aus Isolierplatten mit der offenen Seite angepreßt. Im Innern dieses Kastens war eine elektrische Heizung angebracht, welche seine Temperatur auf gleicher Höhe mit der Lufttemperatur des Raumes hielt. Da in den Kastenwänden kein Wärmefluß auftritt, muß die ganze im Kasten erzeugte Wärme den abgedeckten Teil der Wand durchströmen; aus der Heizleistung und den Oberflächentemperaturen ergibt sich dann die Wärmedurchgangszahl.

Im ganzen wurden 27 Versuchshäuser gebaut und untersucht; mehr als die Hälfte davon hatte Holzwände verschiedenster Konstruktion, die in Norwegen große Bedeutung haben. Etwa ein Drittel der Häuschen hatte Wände aus gebrannten Ziegelsteinen, und der Rest bestand aus Zementsteinen verschiedener Arten. Neben dem Wärmebedarf im Dauerbetrieb wurde auch der Anheizvorgang untersucht.

Außerdem enthält die Arbeit einige Betrachtungen über Bau- und Heizkosten, woraus die hohe Wirtschaftlichkeit von Holzhäusern in Norwegen hervorgeht. Die Wiedergabe der Ergebnisse der gründlichen und sorgfältigen Arbeit würde hier zu weit führen. Die rechnerische Auswertung der Versuche stimmt gut mit den Ergebnissen der an Versuchsmauern im Laboratorium ausgeführten deutschen Arbeiten überein und beweist so die Richtigkeit und Brauchbarkeit dieser einfachen und schneller zum Ziele führenden Methode. [E 500]

Dr.-Ing. E r n s t S c h m i d t.

JS-Tafel für Wasserdampf. Von A. Bantlin. Berlin 1924, Julius Springer. Preis Gm. 1,50.

Hilfsbuch für Wärmetechniker. Von H. B ä h r. Ein Lehr- und Nachschlagbuch der technischen Wärmemechanik für das Selbststudium und die Praxis. Leipzig 1924, M. Schäfer. 299 S. m. 51 Übersichtstafeln, 78 Textfig. 3 Entropietafeln und 48 Zahlenbeisp. Preis Gm. 6, geb. Gm. 7,50.

Die Maschinen-Elemente, ihre Berechnung und Konstruktion, mit Rücksicht auf die neueren Versuche. Von C. Bach. 13. verm. Auflage. 1. Bd. Leipzig 1924, A. Kröner. 552 S. m. 512 Abb., 8 Lichtdruckblättern und 23 Tafeln Zeichnungen. Preis brosch. Gm. 24, Ganzl. Gm. 28.

Die Maschinen-Elemente, ihre Berechnung und Konstruktion, mit Rücksicht auf die neueren Versuche. Von C. Bach. 12. Aufl. 2. Bd. Leipzig 1924, A. Kröner. 560 S. m. 508 Abb., 3 Lichtdruckpl. und 75 Tafeln Zeichnungen. Preis brosch. Gm. 35, Ganzl. Gm. 40.

Theorie und Berechnung der eisernen Brücken. Von Dr. B l e i c h. Berlin 1924, Julius Springer. 581 S. m. 486 Abb. Preis Gm. 37,50.

Versuche im Physikalischen, Maschinenbau- und Elektrotechnischen Laboratorium. Eine Sammlung von Versuchen mit entsprechenden Erläuterungen für Studierende höherer und mittlerer technischer Lehranstalten sowie für die Praxis des Maschineningenieurs. Von A. S c h u l z e, Jena. Leipzig 1924, Seeman & Co. 132 S. m. 101 Abb.

Aluminium und Aluminium-Legierungen, ihre Werte für Technik und Wirtschaft. Von Dr. H. B e r g. Frankfurt 1924, Bechhold. 79 S.

The Birth and Development of the **American Submarine.** Von F r a n k T. C a b l e. New York and London 1924, Publishers: Harper & Brothers. 337 S. m. Abb.

Die Fernmeldetechnik in Einzeldarstellungen. Con C. W. K o l l a t z. Bd. 5: **Radio für Alle.** Berlin 1924, Siemens. 71 S. m. 42 Abb. Preis Gm. 2,50.

Walther Rathenau der Kopf. Von Dr. K. S t e r n b e r g. Mit einem Bildnis. Berlin 1924, Dr. W. Rothschild. 147 S. Preis Gm. 3, geb. 4,80.

Der Alkoholismus als Problem der Volkswirtschaft. Von Prof. R. W i l b r a n d t. Stuttgart 1924, E. H. Moritz (Inh. Franz Mittelsbach). 54 S. Preis Gm. 0,80.

Wunder der Technik Bd. 2. Von A l e x B ü t t n e r. **Menschenflug — L'homme à la conquête de l'air — Human flight.** 2. Aufl. Stuttgart 1924, Franckh's Techn. Verlag 116 S. Preis geh. Gm. 3,50, geb. Gm. 4.80.

BTB Branchen-Telephon-Adreß-Buch Groß-Berlin, 1924. 4. neubearb. Aufl. Berlin 1924, BTB G. m. b. H., Charlottenburg 2. Preis Gm. 15.

Die Kölner Messe. Im Auftrage des Messeamtes Köln herausgegeben von J. T a e p p e r. Köln 1924, Verlag des Messeamts. 33 S. Preis Gm. 6,50.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Wege zur Verbesserung der Druckluftwirtschaft auf Bergwerken.

Den beachtenswerten Ausführungen des Herrn R e i s e r in Z. 68 (1924) S. 653 wird vollkommen beigestimmt. Der Unterzeichne möchte sogar in den dargelegten Bestrebungen zur Erhöhung d Wirtschaftlichkeit noch einen Schritt weiter gehen und unter Ab erung des Ausfrierverfahrens gleichzeitig auch den Kraftverbrauch Turbokompressors verringern. Es erscheint dies um so wichtiger, die Verdichteranlage allein den gesamten Energiebedarf des Druckbetriebes der Grube zu decken hat.

Es wird zu diesem Zwecke vorerst vorgeschlagen, die zu verdichtende Luft v o r dem Eintritt in den Turbokompressor auszufrieren. Der Trockenkühler der angesogenen atmosphärischen Luft nimmt dann etwa die Form der jetzigen Ekonomiser an. Die Kühlrohre können durch einen mechanischen Kratzer, wie er bisher auch bei Ekonomisern verwandt wurde, während des Betriebes laufend von der in Schneeform niedergeschlagenen Eisbildung befreit werden. Eine doppelte Ausführung des Trockenkühlers zur abwechselnden Reinigung erübrigt sich, und der Betrieb wird ununterbrochen. Da die von der angesaugten Luft bestrichenen Räume nicht unter Druck stehen, kann man während des Betriebes durch Türen in sie eintreten.

Einen weiteren Vorteil bietet es, wenn man den Kreiselverdichter nun mit besonders ausgiebigen Zwischenkühlern versieht und diese mit einem Kälteträger beschickt, so daß eine isothermische Verdichtung bei einer tieferen Temperatur erfolgt, als es die Umgebung oder das Kühlwasser darstellt. Die gesamte Verdichtungsarbeit des Kompressors muß hierbei durch den Kälteträger abgeführt werden.

Durch die Tiefkühlung kann man 70 und 80 vH Wirkungsgrad der Verdichtung, bezogen auf die isothermische Verdichtungsarbeit bei der Temperatur der Umgebung, erzielen. Diesem hohen Wirkungsgrad kann man um so näher kommen, je stärker die Luft während der Verdichtung unterkühlt wird.

Die Kühlwirkung wird wie bei dem Verfahren des Herrn Reiser durch eine Kältemaschine aufgebracht. Der effektive Arbeitsbedarf der Kältemaschine ist jedoch überraschend klein. Der Leistungsgewinn des Turbokompressors bei Unterkühlung der Luft ist stets größer als der zusätzliche Arbeitsbedarf der Kältemaschine.

Der Wärmewert einer PSe-Stunde des Verdichters beträgt 632 kcal. Die Kälteleistung einer PSe-Stunde einer guten Kältemaschine beträgt selbst unter Berücksichtigung der Wärmeeinstrahlung der Rohrleitungen usw. rd. 2500 kcal.

Die effektive Leistung eines normalen wassergekühlten Kreiselverdichters und einer Kältemaschine zur Aufrechterhaltung der Unterkühlung während der Verdichtung würde sich demnach wie 632 : 2500 oder wie 25 : 100 verhalten. Die Luft wird in einem normalen, wassergekühlten Verdichter bei Temperaturen zwischen 50 und 100 °C verdichtet. Der Leistungsgewinn des Verdichters bei einer isothermischen Verdichtung bei — 10 °C statt bei + 80 °C beträgt etwa 30 vH. Der Leistungsbedarf der Kältemaschine verringert sich demnach um das gleiche Maß, d. h. er sinkt von 25 vH auf 17,5 vH des Leistungsbedarfes des normalen Kreiselverdichters. Der effektive Leistungsgewinn der gesamten Anlage beträgt demnach 25 — 17,5 vH = 7,5 vH, so daß einschließlich der zusätzlichen Kälteleistung für das Ausfrieren der angesogenen Luft für die gesamte Anlage noch ein Leistungsgewinn zu buchen ist.

Der Gewinn wird wesentlich, wenn zum unmittelbaren Antrieb der langsam laufenden Kältemaschine eine Gasmaschine mit ihrem hervorragenden thermischen Wirkungsgrad verwendet wird, während für den schnell laufenden Turbokompressor die Dampfturbine mit Kesselanlage so lange nicht zu umgehen ist, als die Gasturbine noch nicht marktfähig ist.

Das Verfahren des unterkühlten Verdichters ist mit DRP 348 544 vom 2. 12. 1920 geschützt.

Daß die angesogene atmosphärische Luft von der Temperatur der Umgebung vor dem Eintritt in dem unterkühlten Verdichter ihren Wärmeinhalt über — 10 °C im Gegenstrom an die unterkühlte Luft, die den Verdichter verläßt, abgibt, daß also mit Regeneration gearbeitet wird wie bei dem Verfahren des Herrn Reiser, ist bei dem heutigen Stande der Wärmewirtschaft selbstverständlich.

Das Verfahren ist wohl mindestens dem von Herrn Reiser angegebenen gleichwertig. Wenn auch die Anlagekosten etwas größer sind, so hat es anderseits den Vorteil, daß das Ausfrieren der Luft ohne Steigerung der reinen Betriebskosten der Kompressor-Anlage erreicht wird. Die Ersparnisse und Vorteile im Grubenbetriebe sind dieselben, wie von Herrn Reiser angegeben wurde.

Halle a. S. Dipl.-Ing. Knörlein.

Die Ausführungen des Herrn Knörlein bestätigen die in meinem Aufsatz hervorgehobene Wirtschaftlichkeit des Gefrierverfahrens für Druckluft. Ob es vorteilhafter ist, die Druckluft schon vor dem Ansaugestutzen des Kompressors auszufrieren oder sie erst im gepreßten Zustand in der von mir beschriebenen Weise zu behandeln, dürfte später die Praxis klären. [D 526] Reiser.

Dieselmotoren mit Vorverdichter und Abgasturbine.

In einem Aufsatz in Z. Bd. 67 (1923) S. 763 hat Dr. Riehm den Brennstoffverbrauch für einen Dieselmotor mit Vorverdichtung, dessen Abgase in einer Abgasturbine für den Antrieb des Verdichters ausgenutzt werden, berechnet. Unter der Annahme gleichbleibenden Vorverdichtungsdruckes und Auspuffgegendruckes findet er, daß der Brennstoffverbrauch geringer als jener des einfachen Dieselmotors ohne Vorverdichtung ist, wie aus dem Diagramm der Abb. 10 des erwähnten Aufsatzes hervorgeht.

Dieses Ergebnis steht scheinbar im Gegensatz zu jenem, das ich beinahe zu derselben Zeit gefunden habe[1]); nach meiner Ansicht muß man aber voraussetzen, daß der höchste Verdichtungsdruck im Arbeitszylinder bei Betrieb mit und ohne Vorverdichter derselbe sein sollte. Unter dieser Voraussetzung habe ich bewiesen, daß der Wirkungsgrad mit der Zunahme des Vorverdichtungs- und Abgasdruckes abnehmen muß, besonders in dem von mir bezeichneten Fall III (Standard compound system), der mit dem von Dr. Riehm angegebenen vollkommen übereinstimmt.

Dr. Riehm nimmt dagegen an, daß bei Betrieb mit und ohne Vorverdichtung das Verdichtungsverhältnis im Arbeitszylinder gleich bleibt, so daß viel höhere Spannungen als gewöhnlich erreicht werden. W aber der Vergleich auf gleichen Höchstdruck und infolgedessen gleiche Inanspruchnahme und Wärmebeanspruchung bezogen, so hat Verfahren nicht nur keinen Vorteil, sondern sogar einen bedeuten Verlust zur Folge, wie ich bewiesen habe.

Oberstleut. Ing. F. Modugn

[1]) Internal-combustion engines exhausting into low-pressure turbines (Transactions of the Institution of Naval Architects Bd. LXV S. 321.)

Nachdem ich von dem von Herrn F. Modugno erstatteten Ber vom 5. 9. 1923 über „Verbrennungskraftmaschinen in Verbindung Auspuff-Niederdruckturbinen" Kenntnis erhalten habe, komme ich dem Ergebnis, daß die in der Zuschrift erwähnte Abweichung in Bestimmung des Wirkungsgrades darauf zurückzuführen ist, daß meiner Untersuchung das Verdichtungsverhältnis im Arbeitszylinder gleichbleibend angenommen ist. Es treten dann allerdings bei Bet mit Vorverdichtung höhere Verdichtungsdrücke und damit auch höl Wärmebeanspruchungen auf. Da jedoch für die vor allem in Fr stehende Anwendung des Vorverdichtungsverfahrens bei Schiffsmas nen nur mit sehr geringen Vorverdichtungen gearbeitet wird, weil an seits die Maschine auch ohne Vorverdichtung sicher manövrieren m habe ich der Untersuchung ein konstantes Verdichtungsverhältnis Grunde gelegt. [D 533] Dr. Rieh

Das Gibsonsche Wassermeßverfahren.

Zu dem Aufsatz in Z. Bd. 68 Heft 15 S. 366, zu dem wir ber einen Zuschriftenwechsel in Heft 25 veröffentlicht haben, erhalten ein Schreiben von Hrn. Norman R. Gibson, dem wir folgen in deutscher Übersetzung entnehmen:

K. Pantell berichtet über meine Abhandlung[1]), die im Dezen 1923 in der American Society of Mechanical Engineers vorgetra wurde, und kritisiert das Verfahren, nach dem ich die Schlußli *OJ'M* (Abb. 1 S. 367) des Druck-Zeit-Diagrammes gezogen habe. sagt, daß die Lage von *OJ'M* eine Fläche und eine Wassermenge gibt, die um rd. 7 vH zu klein ist, und versucht, seine Behauptung du die auf S. 367, linke Spalte unten, enthaltene Untersuchung zu stüt Hier macht er die Feststellung: „Für irgendeine Zeit t ist die zur gewonnene Druckhöhe Y_t proportional dem Quadrat der vernicht Geschwindigkeit $(v_0 - v_t)$". Hieraus leitet er ab

$$h_t = Y_T (1 - r^2) \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

Dies ist unrichtig, da die zurückgewonnene Druckhöhe Y_t n proportional $(v_0 - v_t)^2$, sondern proportional $(v_0^2 - v_t^2)$ ist. Die Sch linie stellt einfach die statische Druckhöhe dar, die im Druckrohr u gleichmäßigen Strömungsbedingungen für jede Geschwindigkeit vorh den ist. Der Druckverlust für irgendeine Geschwindigkeit unter Druckhöhe, die der Geschwindigkeit v_0 entspricht, ist durchaus Geschwindigkeitshöhe proportional und deshalb auch dem Quadrat einzelnen Geschwindigkeit und kann unmöglich aus dem Quadrat zw Geschwindigkeitsunterschiede berechnet werden, wie es Hr. Pantell tan hat. Die Abnahme des Druckes im Druckrohr mit gleichbleiben v_0 ist proportional v_0^2, und die Druckabnahme, die bei der Gesch digkeit v_t auftritt, ist proportional v_t^2, so daß die zurückgewonn Druckhöhe proportional $v_0^2 - v_t^2$ und nicht $(v_0 - v_t)^2$ ist. Die rich Ableitung lautet wie folgt:

Y_t ist proportional $v_0^2 - v_t^2$, oder h_t ist proportional v_t^2, als

$$h_t = Y_T \frac{v_t^2}{v_0^2} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

Demnach ist

$$\frac{v_t}{v_0} = \frac{A_T - A_t}{A_T} = 1 - \frac{A_t}{A_T} = 1 - r$$

und

$$\frac{v_t^2}{v_0^2} = (1 - r)^2.$$

Sodann wird durch Einsetzen in Gl. (1)

$$h_t = Y_T (1 - r)^2.$$

Hieraus ergibt sich die Schlußlinie in meinem Diagramm, wie sie du die Linie *OJ'M* in dem Aufsatz von Pantell richtig dargestellt ist, die von Pantell abgeleitete Linie *OJM* ist falsch. Die ursprüngl Diagrammfläche und die Wassermenge sind richtig. Dies bestätigt die 93 vH Wirkungsgrad der 37 500 PS-Turbinen der Niagara Falls Po Co., auf die zu Beginn des Aufsatzes hingewiesen wird.

Es hat sich verschiedene Male Gelegenheit geboten, die bei geführten Turbinenanlagen erhaltenen Ergebnisse des Gibson-Prüf fahrens mit denen andrer Meßverfahren zu vergleichen. Die hie im ganzen gewonnenen Ergebnisse und ihre Übereinstimmung mit de andrer Verfahren schließen die Möglichkeit aus, daß ein praktis Fehler in dem Grundsätzlichen oder in Anwendungseinzelheiten Gibsonverfahrens enthalten ist.

Zu diesem erneuten Einwand gegen seine Ableitung verweist Pantell auf die Erwiderung, die er zu den eingangs erwähnten schriften verfaßt hat, und die in Heft 25 S. 662 abgedruckt ist. [D 55

[1]) „The Gibson Method and Apparatus for Measuring the Flow of Wat Closed Conduits as Applied in Testing the Efficiencies of Water Whe Hydroelectric Power Plants". Von Norman R. Gibson. Presented at the An Meeting of the A. S. M. E. New York, December 6, 1923.

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

R. 33 SONNABEND, 16. AUGUST 1924 BD. 68

INHALT:

Der 22/70 PS-Personenkraftwagen ohne Schaltung

der Firma Maybach-Motorenbau G. m. b. H., Friedrichshafen a. B.

Der Maybachwagen ist als hochwertiger schwerer Reisewagen für hohe Durchschnittgeschwindigkeiten gebaut und hat als erster deutscher Wagen Vierräderbremse Die übliche Geschwindigkeitschaltung mit Wechselrädern ist durch eine Wechselkupplung mit Planetenrädergetriebe ersetzt Ausführliche Beschreibung des Fahrgestells und des Motors.

Das Ziel, das die Bauart dieses Wagens, Abb. 1 bis 4, anstrebt, ist einfache, sichere Bedienung. Der Fahrer soll grundsätzlich während der Fahrt die Hand nicht vom [...]krad wegnehmen. Die Handschaltung der Gänge, wie beim [...]chen Wechselrädergetriebe, ist vermieden, vielmehr wird in [...]ßem Umfang mit dem schnellsten Gang gefahren.

Hohe mittlere Reisegeschwindigkeit ohne übertriebene [...]hstgeschwindigkeiten wird dadurch erreicht, daß die Antriebs[...]chine hohe Drehmomente entwickelt, also den Wagen auch [...] niedrigen Geschwindigkeiten schnell beschleunigen kann, [...] daß sich die Fahrt mittels einer sehr wirksamen Vier[...]bremse schnell verzögern läßt.

Die Antriebsmaschine des Wagens, Abb. 5 und 6, [...] ein Viertaktbenzinmotor mit sechs Zylindern von 95 mm [...]r. und 135 mm Hub, die in einem Graugußblock zusammen[...]ossen sind. Dieser Block ist tief in das aus Aluminium [...]ossene Oberteil des Kurbelgehäuses eingesetzt, dessen [...]nde von der Mitte der Kurbelwelle bis zu der Paßfläche [...] der Höhe der Ventiltaschen reichen, so daß nur der obere [...] des Zylinderblocks aus dem Gehäuse hervorsieht. An den [...]len der Wellenlager ist das Gehäuse durch doppelte Quer[...]nde versteift. Zur Befestigung der Zylinder auf dem Ge[...]se dienen vier Paar lange, durchgehende Schraubenbolzen, [...]en untere Enden die Deckel der Kurbellager halten. Durch [...]e Anordnung wird große Steifigkeit und ruhiger Lauf des [...]tors erreicht, da die Kolbenseitenkräfte, welche die Er[...]schütterungen hervorrufen, in günstiger Weise zunächst vom ganzen Zylinderblock aufgenommen und auf das hohe Gehäuseoberteil übertragen werden.

Alle Triebwerk- und Steuerteile sind im Gehäuse eingeschlossen, so daß sie dauernd gut geschmiert werden, ihr Geräusch gedämpft, kein Öl umhergeschleudert und kein Triebwerkteil durch Sand und Staub gefährdet wird. Über der Nockenwelle, die seitlich im Gehäuseoberteil liegt, ist eine Längswand eingezogen, welche die schrägen Stößelführungen trägt.

Das Gehäuseunterteil ist ebenfalls aus Aluminium als leichte Wanne gegossen und an einem Flansch des Oberteils in Höhe der Kurbelwellenmitte angeschraubt. Das Schwungrad ist von dem Gehäuse durch die das Paßlager tragende Querwand getrennt, welche sich auch ins Gehäuseunterteil fortsetzt, also in einem besonderen Raum eingeschlossen.

Der dem Schwungrad benachbarte Raum des Gehäuses nimmt auf dem vertieften Boden den Ölvorrat von etwa 15 l auf, während der Boden in der vorderen Hälfte des Gehäuses bis an das umlaufende Triebwerk hochgezogen und innen mit Rippen in der Umfangsrichtung versehen ist, die den Öldämpfen Wärme entziehen sollen. Eine weitere Kühlung der Öldämpfe und des Ölvorrates bewirkt der Fahrwind, der unterhalb der Abdeckverschalung aus Aluminiumblech, die in Höhe der Kurbelwellenmitte zwischen Gehäuse und Oberkante Rahmen verläuft, an dem Gehäuseunterteil entlangstreicht. Auf der Kühlerseite trägt das Gehäuse einen Deckel, welcher den Antrieb der Steuerwelle, des Ventilators und der Wasserpumpe enthält.

Abb. 1 bis 4. Der 22/70 PS-Personenkraftwagen ohne Schaltung.

Im Rahmen ist der Motor an drei Punkten aufgehängt, und zwar in der Nähe des Schwungrades an den beiden Enden eines Stahlrohres, welches das Gehäuseoberteil durchdringt, und mittels eines Ringes mit kugelförmiger Außenfläche, der über einen Gehäusezapfen am vorderen Kurbelwellenende gesteckt und in einem exzentrischen Ring im vorderen Querträger des Rahmens gelagert wird. Verwindungen des Rahmens werden auf diese Weise vom Motor ferngehalten, da sich das vordere Motorlager selbsttätig einstellen kann.

Die besonders steif bemessene Kurbelwelle ruht in vier Weißmetall-Lagern ausschließlich im Gehäuseoberteil. Sobald das Gehäuseunterteil abgenommen wird, ist das Triebwerk von unten her zugänglich, s. Abb. 7. Dem Schwungrad zunächst liegt das Paßlager, welches die axiale Einstellung der Welle bestimmt. Die zwei mittleren Kurbelzapfen liegen gleich, die übrigen sind gegen diese und gegeneinander je um 120° versetzt. Die Kurbelzapfen sind hohl gebohrt. Die zwei Kurbelzapfen verbindenden Wellenarme stehen ebenso wie die übrigen senkrecht zur Wellenachse und sind so geformt, daß ein möglichst guter Massenausgleich erreicht wird.

Durch einen Schwingungsdämpfer am vorderen Wellenende soll bei jeder Betriebsdrehzahl ein ruhiger Lauf der Welle erreicht werden. Dieser Schwingungsdämpfer besteht aus einer durch Federn mit der Welle gekuppelten Masse, gegenüber der mit ungleichförmiger Winkelgeschwindigkeit fenden Welle voreilen oder zurückbleiben kann.

Am hinteren Ende ist an die Kurbelwelle ein Schwun von 480 mm Dmr. angeschraubt. Es ist im Gesenk gep und trägt am äußeren Umfang einen Zahnkranz für das R des elektrischen Anlaßmotors.

Vom vorderen Kurbelwellenende aus wird die Ste welle durch breite, schräg geschnittene Zahnräder angetrie Sie läuft in vier Bronzelagern, ist aus einem Stück gef im Einsatz gehärtet und geschliffen. Das aus Stahl schmiedete Antriebsrad der Kurbelwelle ist mit der Masse oben erwähnten Schwingungsdämpfers federnd verbun während das entsprechende Rad auf der Steuerwelle Phosphorbronze hergestellt und zur Vermeidung des Tö mit einer Filzeinlage versehen ist. Durch die Form Nocken wird sanftes, ruhiges Schließen und rasches Öf der Ventile erreicht.

Die Kolben aus Grauguß sind oberhalb der Kol bolzen mit vier Dichtungsringen und unterhalb des Bolzens einem Abstreifring versehen. Ihre Böden sind eben, ihre Kö ohne Rippen ausgeführt. Die hohl gebohrten Kolbenbolzen in den Augen durch leicht abnehmbare Kopfschrauben ge

Abb. 5 und 6. Antriebsmaschine.

rehung und Verschiebung gesichert. Die Graugußbüchsen, e auf den im Einsatz gehärteten und geschliffenen Kolbenolzen sowie auch in den Pleuelstangen drehbar sind, dienen ır Lagerung der Bolzen.

Der Schaftquerschnitt der aus Stahl gepreßten Pleueltangen ist ringförmig und allseitig bearbeitet. Im großen opf am Kurbelende wird das zweiteilige Weißmetallager durch nen Deckel mit zwei Kopfschrauben mit Muttern gehalten.

Der Zylinderblock aus Grauguß sitzt mittels eines ınd um die Zylinderköpfe verlaufenden Flansches auf dem ehäuseoberteil, so daß die Laufbahnen der Zylinder in das ehäuse hineinragen. Der Kühlwassermantel reicht bis zur efsten Kolbenstellung. Über die ganze Blocklänge ist ein gechlossener Kanal eingezogen, wodurch einfache Kühlwasserege erreicht und außen liegende Rohrleitungen für das Kühlasser vermieden werden. Alle durch Erwärmung beanspruchten lächen werden von dem durch reichliche Querschnitte mit roßer Geschwindigkeit strömenden Wasser wirksam gekühlt. ie durchgehenden Bolzen, welche die Zylinder gegen die Deckel er Kurbellager verspannen, vermindern auch die Beanspruchunen des Gehäuses.

Jeder Zylinder hat auf der rechten Seite des Verdichtungsaumes eine seitliche Tasche für je ein von unten gesteuertes in- und Auslaßventil; die Ventile werden von der im Geäuseoberteil gelagerten Nockenwelle durch Stößel und Rollen ewegt. Ihre Spindeln sind in besonders eingesetzten Graugußüchsen geführt, die man, wenn sie abgenutzt sind, auswechseln ann und gegen deren Ansätze sich die Ventilfedern stützen. tößel und Ventilfedern sind nach Abnahme der Deckel durch

Abb. 7. Motorgehäuse von unten gesehen.

rei längliche Öffnungen in der Seitenwand des Gehäuseoberils zugänglich, damit man das Ventilspiel nachstellen oder euerteile herausnehmen kann. Die Ventile werden nach ɔen herausgezogen, nachdem man die Verschraubungen auf em Zylinderkopf gelöst hat.

Jeder Zylinder hat zwei Zündkerzen, wovon eine er Kolbenmitte, die andre über dem Einlaßventil sitzt. Diese nordnung sichert die Zündung insbesondere bei niedrigeren rehzahlen des Motors. Die Kerzen sind leicht zugänglich ıd durch ihre senkrechte Lage dem Verölen nicht so leicht ısgesetzt. Die Zündstromleitungen sind in einem Rohr über em Zylinderblock verlegt. Beginnt man die Zylinder am hwungrad zu zählen, so ist die Reihenfolge der Zündungen 5, 3, 6, 2, 4. Die Kerzen über den Einlaßventilen werden er einen umlaufenden Doppelverteiler aus der Batterie, die er den Kolbenmitten über den gleichen Verteiler aus dem ochspannungsmagneten von Bosch gespeist, der mit der icht- und Ladedynamo zusammengebaut ist, s. Abb. 8. Der ündzeitpunkt wird durch einen in die Zünddynamo eingebauten liehkraftregler selbsttätig eingestellt.

Den Lagern der Kurbelwelle wird Drucköl durch ne Zahnradpumpe am Boden des Gehäuses zugeführt, welche n Paßlager mittels Schraubenräder von der Kurbelwelle ıs angetrieben wird. Das Antriebsrad sitzt in einer Ausarung in der Mitte des Lagers; die senkrechte Antriebswelle r Pumpe ist nur in dem entsprechend ausgebauten Deckel s Paßlagers gelagert. Das Pumpengehäuse ist durch einen lansch mit einer bis nahe zum Boden des Gehäuses reichenden erlängerung des Paßlagerdeckels verbunden und nimmt das l durch ein großes Sieb auf, das nach unten offen ist. Die ınze Ölanlage ist von dem Gehäuseunterteil getrennt, das ab-

Abb. 8. Ansicht der Licht-Zündmaschine und des Anlaßmotors.

genommen werden kann, ohne daß man einen Teil der Ölleitung zu lösen braucht.

Aus der Druckkammer der Pumpe gelangt das Öl in Stahlrohre, welche die einzelnen Lagerdeckel verbinden, und durch Formstücke an den Lagerdeckeln in die Gehäuselager. Die Rohre sind mit den Formstücken so verbunden, daß bei Wärmedehnungen des Gehäuses keine Spannungen auftreten. Die Pumpe fördert wesentlich mehr Öl als der Motor braucht; der Überschuß kann aus dem Druckraum durch Überdruckventil mit Federbelastung auf die Saugseite der Pumpe treten, so daß der Öldruck in der Leitung nicht über 2 bis 3 at steigt. Das aus den Lagern ablaufende Öl wird durch Ölfänger an den Kurbeln in die hohlen Kurbelzapfen und durch Bohrungen in die Pleuelstangenköpfe geleitet. Die Kolbenbolzen erhalten abgeschleudertes Öl durch mehrere Löcher in den Köpfen der Pleuelstangen. Die Ölmenge im Gehäuseunterteil kann an einer Einteilung am Gehäuseoberteil abgelesen werden; über dieser spielt ein Zeiger, der mit einem in das Öl tauchenden Schwimmer verbunden ist. Die tiefste Stellung dieses Zeigers entspricht der mindestens notwendigen Ölmenge. Neben dem Ölstandzeiger ist ein Stutzen mit Sieb angebracht, durch den man nach Abschrauben der Aluminiumkappe Öl nachfüllen kann.

Um den Ölschlamm am Boden des Gehäuses entfernen und aus dem Gehäuse Öl entnehmen zu können, betätigt man eine Handpumpe neben dem Ölstandzeiger. Etwa noch brauchbares Öl kann man ohne Verlust wieder durch die Einfüllöffnung zurückschütten.

Vom freien Kurbelwellenende aus wird durch breite Stirnräder mit Schrägverzahnung die Welle der Wasserpumpe auf der linken Seite des Gehäuseoberteils angetrieben, an die auch die vereinigte Licht- und Zündmaschine angeschlossen ist, Abb. 8. Diese Welle läuft mit der 1½fachen Drehzahl der Kurbelwelle. Die Kreiselpumpe drückt das Kühlwasser über einen kurzen Krümmer in den Zylinderblock, wo es durch den schon erwähnten Kanal zunächst bis an das Schwungradende vordringt, dann in der umgekehrten Richtung durch den ganzen Block strömt und über einen Krümmer mit kurzem Rohranschluß in den Kühler tritt. Das fliegend angeordnete Laufrad der Wasserpumpe ist zugänglich, nachdem man den Einlaßkrümmer abgenommen hat. Die Welle ist durch eine

Z 24/5C3

Abb. 9. Ansicht von der Vergaserseite.

Abb. 10. Querschnitt durch den Maybachvergaser.

Stopfbüchse gedichtet. Etwa durchtretendes Wasser kann nicht in das Gehäuse gelangen, sondern fließt unschädlich ab. Die Pumpe läßt sich als Ganzes mit dem Antriebsrad und den zugehörigen Lagerteilen leicht abnehmen. An der tiefsten Stelle kann man das Wasser aus Pumpe und Zylinderblock durch einen einzigen Hahn ablassen.

Der auf dem Gehäusedeckel gelagerte Ventilator wird durch eine Kette von der Steuerwelle aus angetrieben. In den Antrieb ist auf der Achse des Ventilators eine Reibkupplung eingeschaltet, damit man ihn, z. B. im Winter, abstellen kann. Die Auspufföffnungen der beiden mittleren Zylinderpaare sind vereinigt, so daß sich am Zylinderblock insgesamt vier Auspufföffnungen befinden; diese schließen an ein Sammelrohr aus Stahlguß und sind durch eine Rohrleitung mit dem Auspufftopf verbunden.

Der Vergaser ist am Gehäuse in Höhe der Kurbelwellenmitte auf der rechten Motorseite befestigt, Abb. 9, und besteht aus zwei vollständig eingekapselten Hälften für je drei Zylinder. Die Frischluft wird teils aus dem Innern der Motorhaube, teils kühl von außen durch den kastenförmigen Rahmenträger zugeführt. Das Verhältnis beider Luftarten kann man mittels eines großen Drehschiebers je nach der Witterung einstellen. Über eine Rohrleitung, die an einen der seitlichen Steuerdeckel anschließt, kann man ferner stets eine bestimmte Luftmenge aus dem Gehäuse ansaugen, so daß das Innere des Gehäuses dauernd Unterdruck hat und kein Verschmutzen des Motors durch austretendes Öl möglich ist.

Der Brennstoff fließt dem Vergaser aus einem Saugförderer am Spritzbrett zu, nachdem er durch einen Reiniger und einen Wasserabscheider geströmt ist. Die gleichbleibende Brennstoffhöhe an der Düse wird durch die bekannte einfache Schwimmerregelung mit Nadelventil gesichert. Die bei dieser Bauart möglichen Vergaserbrände, wobei sich etwa infolge undichten Schwimmerventils oder Versagens des Schwimmers angesammelter Brennstoff entzünden kann, ist hier dadurch vermieden, daß unmittelbar an der Düse oberhalb des normalen Brennstoffspiegels ein Überlauf angeordnet ist, der überschüssigen Brennstoff unschädlich ableitet, so daß die Düse bei stillstehendem Motor den Vergaserraum nicht übe schwemmen kann.

Alle Querschnitte des Maybach-Vergasers, Abb. 10 bis 1 werden gemeinsam zwangläufig gesteuert. Ein einfacher zyli drischer Schwimmer s aus Messingblech regelt den Zufluß d über das kleine Sicherheitssieb f zutretenden Brennstoffs, inde er das Kegelventil z mehr oder weniger drosselt, und hält den Brennstoffspiegel stets auf gleicher Höhe. Aus dem Schwi merraum g fließt der Brennstoff über die Scheidewand n u durch das Loch t am Grunde dieser Wand sowie durch d Bohrung p des Düsenkelches i der Düse d zu. Die Bohrung ist so bemessen, daß der Brennstoff bei voller Fahrt im Düse kelch i etwas tiefer als im Schwimmerraum g steht.

Die Luft tritt durch die Öffnung r ein und teilt sich in d durch Pfeile bezeichneten Ströme. Drehschieber I regelt d Querschnitt für Hauptluft vor der Brennstoffdüse, Drehschieber den für Gemisch und gleichzeitig den für Nebenluft. Die St lung L des Gestänges entspricht dem Leerlauf, die Stellung ergibt Vollfüllung des Motors. Wenn Kante a_1 und a_2 bz b_1 und b_2 sich decken, so sind die Querschnitte für Hauptlu und Nebenluft voll geöffnet. In der Vollgasstellung steht d Kante c_1 des Schiebers II bei c_2, so daß der volle Gemischque schnitt frei ist. Die Stellungen an den Kanten a_3, b_3, c_3 e sprechen vollständiger Drosselung von Hauptluft, Nebenluft u Gemisch. Die Drehschieber I und II sind zwangläufig verbund und bewegen außerdem mittels einer Exzenterstange ein Schieber e über der Brennstoffdüse d, deren Querschnitt e sprechend gedrosselt wird.

Nach Lösen der Rohrverbindungen kann das Sieb f herau genommen, das Gehäuse k abgeschraubt und das Ventil z g reinigt werden. Durch die Verschraubung h kann man v Brennstoff abgeschiedenes Wasser ablassen und, wenn man gleic zeitig den Stopfen m oberhalb der Düse löst, feststell ob die Düse d und die Bohrung p frei sind. Bei d vollständig geschlossenen Bauart des Vergasers kann sich Düse nur ausnahmsweise verstopfen, zumal etwa durch d Sieb des Reinigers gegangene Schmutzteilchen noch im Sich heitsfilter f zurückgehalten werden. Um den Schwimmer hera zunehmen, braucht man nur die Verschraubung zu lösen u den Zapfen y seitlich herauszuziehen.

Die gemeinsame Steuerung der Querschnitte von Brennsto Hauptluft und Nebenluft macht es möglich, bei jeder beliebig Drosselstellung richtige Zusammensetzung des Gemisches u bei jeder Gangart hohe Luftgeschwindigkeiten für die Z stäubung zu erhalten. Bei Kurvenfahrten sind Schwankung des Brennstoffspiegels im Schwimmerraum ohne Einfluß auf d Stand des Brennstoffs an der Düse. Vom Lenkrad des Wage aus kann man mittels einer im Lenkrohr geführten Stange d Brennstoffschieber bei jeder beliebigen Vergaserstellung zusä lich verstellen. Der Antrieb dieses Schiebers wird zu dies Zweck von der Achse des großen Drehschiebers mittels ei Doppelexzenters abgenommen, dessen Grundexzenter man du Verdrehen einer Scheibe mitten auf dem Lenkrad verstellen ka um z. B. beim Anfahren und in Steigungen oder bei Änderung der Luftfeuchtigkeit den Brennstoffquerschnitt zu verändern. D praktische Bedeutung dieser Vorrichtung wird durch den f einen Wagen von dieser Größe geringen Verbrauch von 16 b 18 l für je 100 km bei großen Reisen am besten erwiesen. D Ring des Grundexzenters ist geriffelt und kann mit der Hand nach dem spezifischen Gewicht des Brennstoffes eingestellt werd

Aus dem Vergaser wird das G misch durch die im Gehäuseobert der Maschine eingegossenen Kan den Zylindern zugeführt. Die Wär des Gehäuses trägt somit dazu bei, d Brennstoff zu verdampfen und glei mäßig im Gemisch zu verteilen. Glei zeitig entfallen alle verzweigten Ro leitungen, die das einfache Aussel stören. Falls infolge von Schäden Schwimmer oder Brennstoffventil Brennstoff im Schwimmerraum hoch steigt, läuft er an dem die D konzentrisch umgebenden Überlauf und durch die Öffnung o unschädl nach außen ab. Aus der Düse ka also nie mehr Brennstoff austreten, die Saugwirkung des Motors bei jeweiligen Drehzahl bedingt. Ebe kann der Raum an der Düse niem überschwemmt werden. Meist tritt

Abb. 11 und 12. Ansichten des Vergasers.

olge des überreichen Gemischs eine Rückzündung aus den Zylin-ern ein, welche den Brennstoff entzündet. Solche Vergaser-rände sind demnach hier ausgeschlossen.

Auf der linken Seite ist der elektrische Anlaßmotor von Bosch am Gehäuseoberteil angehängt, s. Abb. 8. Beim Anlassen wird das Ritzel auf der Achse des Elektromotors zunächst auf ein bestimmtes Stück in die Verzahnung des Schwungrades ein-geschoben, während sich der Anlasser langsam in Bewegung setzt. Erst wenn das Ritzel beinahe ganz im Eingriff ist, erhält der Anlasser den vollen Strom. Nachdem die Wagenmaschine angelaufen ist, wird das Anlasserritzel durch eine Feder wieder außer Eingriff gebracht. Im Notfall kann man die Wagen-maschine auch mit der üblichen Andrehkurbel anwerfen.

Getriebe.

Der Maybach-Wagen ist ein „Wagen ohne Schaltung", da er beim Verändern der Geschwindigkeit kein Schalten, d. h. Ver-schieben von Wechselzahnrädern, und keine sonstige Handhebel-bedienung wie die üblichen Kraftwagen fordert. Das Dreh-moment des Motors ist bei allen Drehzahlen so günstig, daß die unmittelbare Kupplung mit dem Hinterachsantrieb genügt, um den Fahrwiderstand bis zu Steigungen von 10 vH zu überwinden. Eine Wechselkupplung zwischen Schwungrad und Kardangelenk, welche den Stern eines Umlaufgetriebes mittels radial beweglicher Backen entweder mit dem Schwungrad oder mit dem Gehäuse verbindet, liefert für außergewöhnliche Fälle zwei stoßfrei ein-schaltbare Getriebeübersetzungen. In der Ruhestellung des zu-gehörigen Fußhebels ist der Motor mit dem Hinterachsantrieb im unmittelbaren Eingriff. Nur bei ungewöhnlich steilen Stei-gungen und beim Anfahren, insbesondere in Steigungen, wird durch Druck auf diesen Fußhebel eine Übersetzung zwischen Motor und Hinterachsantrieb eingeschaltet.

Die ganze Anordnung, Abb. 13 bis 15, ist nach Grund-sätzen des Leichtbaues entworfen. Alle Wellen laufen auf Wälz-lagern, und alle Teile sind aus hochwertigen Baustoffen herge-stellt. Die Kupplungsbacken aus Aluminiumguß sind mit Draht-asbestgewebe belegt. In der gezeichneten Ruhelage des Fuß-hebels i liegen die an dem Stern b des Planetengetriebes ge-lagerten Kupplungsbacken d innen am Schwungrad c an. Die Leistung der Wagenmaschine wird daher von der Kurbelwelle a aus auf die Kardanwelle g ohne Änderung der Drehzahl über-tragen, da die Zahnräder des Umlaufgetriebes stillstehen. Wird nun, z. B. auf einer Steigung, der Fußhebel i ganz herunter-gedrückt, so wird durch Verschieben des Ringes h der Doppel-hebel l verdreht, das Kniegelenk t_2 durchgedrückt, und durch den Druck der Feder n werden die Kupplungsbacken r an das fest-stehende Gehäuse f angelegt, während sich die Kupplungsbacken d vom Schwungrad lösen. Nun ist Stern b festgehalten, so daß die Kraft über die Stirnräder k, o, p, m im Verhältnis der Zähne-zahlen dieser Räder (etwa 1 : 2,5) übersetzt wird.

Der Fußhebel i ist mit einem Riegel verbunden, in welchen bei langsamem Nachlassen des Fußhebels etwa in der Mitte des Weges eine federnde Falle eintritt; der Fußhebel wird so in der dem Leerlauf entsprechenden Stellung festgehalten, wo beide Kupplungen gelöst sind. Eine Ölbremse verzögert die Falle so,

Abb. 13 und 14. Getriebe.

Abb. 15. Getriebebremse.

Abb. 16. Ansicht des Rahmens.

daß sie bei raschem Loslassen des Fußhebels *i* nicht eintritt und den Übergang in den unmittelbaren Gang nicht verhindert.

Der Anlaßmotor ist so stark bemessen, daß er nicht nur den Motor allein, sondern den ganzen Wagen beschleunigen kann. Man fährt im allgemeinen mit Übersetzung an, worauf nach wenigen Umdrehungen der Verbrennungsmotor anspringt, und kann dann sofort den Anlasserhebel loslassen und unter Bedienung des Gasfußhebels weiterfahren. Auf ebener Strecke kann man auch ohne Übersetzung anlassen und anfahren. In der Mittelstellung des Getriebehebels kann man den Motor bei stillstehendem Wagen leerlaufen lassen, damit er z. B. im Winter nicht einfriert, und aus dieser Leerlaufstellung durch Niedertreten des Getriebehebels anfahren.

Abb. 17. Vorderachse.

Das Sonnenrad 3 des Getriebes dient zum Rückwärtsgang. Es ist mit der Bremsscheibe 4 verbunden, die man mit dem Fußhebel 5 festhält, nachdem man den Fußhebel *i* in die Leerlaufstellung gebracht hat; das Getriebe wirkt dann im Verein mit den Rädern 2 als reines Umlaufgetriebe.

Die Fußhebel für das Getriebe sind an dem mit dem Motor verbundenen Gehäuse unmittelbar gelagert, Abb. 9. Das mit Wälzlagern versehene Kardangelenk schließt sich unmittelbar an das Getriebe an; sein Gehäuse ist mit einem Flansch am Motorgehäuse befestigt und nimmt in Kugelschalen das Kardanrohr drehbar auf. Das ergibt eine verhältnismäßig geringe Baulänge

Abb. 18. Antrieb der Hinterachse.

zugunsten der Kardanwelle, die infolgedessen geringere senkrechte Schwingungen auszuführen hat und daher kleinere Unterschiede in der Winkelgeschwindigkeit erzeugt, so daß Reifen und Hinterräder geschont werden.

Leistungen.

Die Höchstleistung des Motors beträgt 70 PS bei 2200 Uml./min. Der Wagen erreicht damit annähernd 100 km/h. Der Motor hat im November 1920 seine Leistungsfähigkeit durch die bekannte Ohne-Halt-Fahrt in einem Wagen der holländischen Automobilfabrik Trompenburg (früher Spyker) unter Aufsicht des Niederländischen Automobil-Clubs erwiesen, welche sich über 30 000 km ohne Stillstand des Motors erstreckte und als Weltrekord bewertet wurde. Die Fahrt fand nicht auf einer Rennbahn, sondern auf gewöhnlichen Straßen zwischen Nijmegen und Litbard statt.

Der Motor wird auch mit einem ähnlichen Umsteuergetriebe für Motorboote verwendet, wobei man durch Festhalten des Planetensterns am Gehäuse und Kegelräder die Umkehr der Drehrichtung bewirkt.

Beim Vergleich der Fahreigenschaften des Maybachwagens und eines Wagens von gleicher Leistung nach der Steuerformel der üblichen Bauart mit vier Getriebestufen muß man beachten, daß man allerdings durch entsprechende Wahl der Übersetzungen mit dem gewöhnlichen Wagen eine höhere Höchstgeschwindigkeit erreicht. Diese Spitzengeschwindigkeit kann man aber nur selten benützen, während man mit dem Maybach-Wagen infolge der Möglichkeit, den Wagen rasch zu beschleunigen und rasch zu verzögern, hohe mittlere Reisegeschwindigkeiten erzielen kann.

Fahrgestell.

Die Grundlage des Wagens bildet ein breit gebauter, außerordentlich widerstandsfähiger Rahmen mit Trägern von hohem U-Querschnitt, die in einem Stück aus hochwertigem Stahlblech gepreßt sind, Abb. 16. An den Enden sind die Träger durch

Abb. 19. Bremsausgleich.

eingeschweißte Wände aus Stahlblech kastenförmig ausgebildet. Nach vorn verengt sich der Rahmen zur Aufnahme des Motors. Die Untergurte der Längsträger sind mit den breiten Trittbrettern verschweißt, die sich bis zur oberen Rahmenkante fortsetzen, wo die Kotflügel angeschlossen werden. Dadurch werden die Längsträger insbesondere seitlich wirksam versteift und die Seitenverkleidungen des Rahmens gespart. Unmittelbar hinter dem Kühler liegt ein hohler Querträger mit dem Lager für den Tragzapfen des Motors, hinter der Hinterachse ein rohrförmiger Querträger, die beide mit dem Rahmen verschraubt sind. Außerdem sind zwei Blechträger mit dem Rahmen verschweißt und vernietet, einer unter dem Führersitz hinter dem Kardangelenk, der andre vor der Hinterachse. Die äußere Form des Rahmens paßt sich der Form der Karosserie an, so daß sich ein stetiger Übergang vom Rahmen zur Karosserie ergibt.

Da auch die Vorderräder gebremst werden, ist die als Faustachse ausgebildete Vorderachse, Abb. 17, besonders kräftig bemessen und aus legiertem Stahl im Gesenk gepreßt. Durch die gebohrten Achszapfen sind die Druckstangen für die Bremsen geführt. An den Achsschenkeln sind außer den Achszapfen nach oben gerichtete Arme zur Lagerung der Drehzapfen für die Bremsbacken und unten Arme für die seitliche Führung der

skeile angebracht; seitlich dienen sie außerdem zum Be-
en der Aluminiumbleche, welche die Bremsteile nach innen
aub- und schmutzdicht einschließen. Die senkrechten und
chen Achskräfte werden durch Wälzlager aufgenommen, die
- und wasserdicht in die Achsschenkel eingebaut sind. Auch
Radnaben laufen auf Wälzlagern; das innere liegt in der
lebene der Bereifung und nimmt die senkrechten Kräfte, das
re in der Hauptsache wagerechte Kräfte auf. An den Naben-
chen sind innen die Bremstrommeln mit Schrauben befestigt,
Verlängerungen gleichzeitig zum Befestigen der im Ganzen
mbaren Scheibenräder aus Stahlblech mit Felgen für Reifen
895 × 150 mm dienen.

Das Gehäuse der Hinterachse ist Aluminiumguß mit
zogenen Seitenrohren aus Stahl, also leicht und doch kräftig
steif. Zum Antrieb der Hinterachse dienen Kegelräder mit
nverzahnung, Abb. 18, die außerordentlich ruhig laufen. Das
use des Ausgleichgetriebes mit dem aufgepreßten Kegelrad
in einem besonderen Achstrichter aus Aluminiumguß auf
Wälzlagern, wovon das eine auch die Seitenkräfte aufnimmt.
Achse des Antriebritzels ruht ebenfalls in Wälzlagern. Ihr
b wird von einem Dopeldrucklager aufgenommen. Die ge-
e Lagerung des Hinterachsantriebs ist sehr sorgfältig und
ig ausgeführt, weil sie auch die durch die Bogenverzahnung
ehenden zusätzlichen Beanspruchungen aufnehmen muß.

Die Hinterradnaben werden auf den Seitenrohren ähnlich
die Vorderräder durch Wälzlager gestützt und durch Seiten-
n angetrieben, welche in Nuten der Ausgleichräder einge-
ben werden. Außen trägt jede Seitenwelle einen gezahnten
r, der in eine entsprechende Verzahnung der Radnabe ein-
. Die aus hochhartem Federstahl hergestellten Seitenwellen
n somit nur Drehkräfte zu übertragen und sind leicht aus-
selbar. Zur Aufnahme der Bremskräfte tragen die Achs-
e besondre Bremsbrillen; in diesen sind die Bremsbacken
die Drehnocken der Bremsen gelagert.

An der Teilfuge des Kardanschutzrohres ist ein Kugellager
baut, damit die an dieser Stelle ebenfalls geteilte hohle Kar-
elle gestützt wird. Biegungs- und Drehschwingungen der
n Welle werden hierdurch vermieden. Das hintere Stück
Kardanschutzrohres ist in den Achstrichter eingezogen, das
re Ende am Getriebe in einer großen Kugel gelagert, welche
chub- und Zugkräfte sowie die Bremskräfte aufnimmt, und
eren Mitte die ganze Hinterachse frei schwingt. Das vordere
k der Kardanwelle ist mit dem
ankopf, das hintere Stück mit dem
rachsritzel fest verbunden, wäh-
sich die mittleren Enden mit
n und Keilen ineinander verschie-
können.

ie hohl gebohrte Lenkspin-
mit Trapezgewinde ist aus einem
k ausgeführt und auf Rollen ge-
t. Die zugehörige Bronzemutter
mit Weißmetall umgossen. Zwei
laschen übertragen die Bewegung
Spindelmutter auf ein Gabelstück,
auf der genuteten Lenkkurbelwelle
preßt ist. Lenkspindel und Lenk-
elwelle laufen auf Wälzlagern,
t der Gang der Lenkung leicht
spielfrei bleibt. Die Lenkteile
n in einem öldichten Bronzegehäuse
rgebracht; daran ist ein die Lenk-
ilel umgebendes Stahlrohr befestigt, welches das obere
lager trägt. Das große, bequeme Handrad aus Aluminiumguß
anz mit Hartgummi überzogen und trägt in der Mitte die schon
hnte Scheibe für die Brennstoffsparvorrichtung. Achs- und
schenkelzapfen sind zur Fahrbahn und zur Radebene so
llt, daß die Vorderräder selbsttätig in die Geradeaus-Fahrt
ckstreben. In die Gelenkköpfe der Lenkschubstange sind
rn eingebaut, welche die Stöße beim Fahren abfangen.

Sämtliche Federn sind Halbellipsenfedern, damit Geräusche
Aufhängung, insbesondere das Pfeifen der Federblätter, ver-
en und Wartung und Schmierung auf ein Mindestmaß be-
inkt werden. Die Vorderfedern werden am Rahmenende von
n gehalten, die auf kleinen Rollenlagern laufen, während
ihre hinteren Enden in Schuhen mit Drahtasbestfutter ver-
ben können. Diese können um einen ebenfalls in Rollen ge-
ten Bolzen schwingen. Die Hinterfedern sind an beiden
n ähnlich wie die Vorderfedern verschiebbar, da sie nur senk-
e und Seitenkräfte aufzunehmen haben. Zwischen den ein-
n Federblättern liegen gelochte Eisenbleche, und die Zwischen-
räume werden mit Fett ausgefüllt. Alle Federn haben staub- und
wasserdichte Lederhüllen. Auf den Seitenrohren der Hinterachse
sind die Federn in Lagerschalen aus Asbestgewebe drehbar. Stoß-
dämpfer, deren Lamellen in Öl liegen, dämpfen die Feder-
schwingungen.

Bremsausgleich.

Hand- und Fußbremshebel wirken auf alle vier Räder über
ein in einem öldichten Aluminiumgehäuse untergebrachtes Aus-
gleichwerk, Abb. 19 und 20. Tritt man z. B. auf den Fußhebel,
so wird durch das dargestellte Gestänge die Kraft über den Wage-
balken a gleichmäßig auf die Stangen b' und b'' und von dort über
die Wagebalken c' und c'' und die zugehörigen Stangen auf die
Bremswellen d_1 und d_2 der Vorderräder sowie auf die Brems-
wellen d_3 und d_4 der Hinterräder übertragen, so daß alle vier Räder
gleich stark gebremst werden. Der Handhebel ist in Rasten fest-
stellbar und mit der zugehörigen Achse durch eine Klaue ge-
kuppelt, die in der Kraftrichtung anliegt, so daß er beim Nieder-
treten des Fußhebels zurückbleiben kann.

Die Stangen b' und b'' haben Anschläge e, f, g, h, welche
sich bei Bruch dieser Stangen an die gegenüberliegenden Füh-
rungen anlegen; bricht z. B. die Stange b' an der Stelle i, so legt
sich der Anschlag g an die Fläche k, wenn man den Fußhebel
niederdrückt. Der Wagebalken a wirkt nun als einarmiger Hebel
mit dem Drehpunkt auf der Stange b', so daß die Stange b'' nur
die Hälfte der Bremskraft auf die Hinterräder überträgt. In ähn-
licher Weise legt sich bei Bruch eines Seiles der zugehörige Wage-
balken, z. B. c'', in der Führung an seinen Drehpunkt an,
so daß immer noch das eine der beiden Hinterräder gebremst wird.

Abb. 20. Ausgleichwerk.

Die Bremskräfte sind so verteilt, daß die Hinterräder stärker
als die Vorderräder gebremst werden. Die besonders groß be-
messenen Bremstrommeln aus Aluminiumguß haben außen Kühl-
rippen und eingelegte Stahlringe. Die Bremsbacken sind eben-
falls aus Aluminium gegossen und mit Asbestgewebe belegt.

Die Backen der Vorderradbremsen werden durch
einen Keil auseinandergespreizt, der am untern Ende einer all-
seitig beweglichen Druckstange angebracht ist. Diese Druck-
stange wird durch ein Steilgewinde verschoben, dessen Mutter auf
dem Achszapfen befestigt ist; auf dem zugehörigen Gewindebolzen
ist eine Glocke aufgekeilt, und an diese ist der mit dem Brems-
seil verbundene Hebel angegossen. Die Bremsseile werden in
Tüllen durch die Rahmenträger hindurchgeführt, die durch Bürsten
gegen Staub gesichert sind.

Die Bremswirkung ist von der Stellung der Vorderräder
beim Lenken ganz unabhängig, da sämtliche Teile konzentrisch
zum Achszapfen liegen. Da die Bremskräfte von den Querwellen
unter dem Führersitz durch lange Seile auf die Achse übertragen
werden, können auch die Bewegungen der Achse gegenüber dem

Rahmen keinen Einfluß auf die Bremswirkung ausüben. Die allseitig bewegliche Druckstange gestattet, beide Backen gleichmäßig anzudrücken. Damit man die Vorderradbremsen bei Abnutzung des Belages nachstellen kann, ist die Druckstange nicht unmittelbar mit dem Steilgewindezapfen verbunden, sondern in einer Verstellspindel gelagert, die man durch Drehen eines leicht zugänglichen Tellers oben auf dem Achszapfen, s. Abb. 17, verstellen kann.

Die Hinterradbremsen werden mit Hilfe von Schneckenrädern nachgestellt, die auf den vom Bremsausgleich ausgehenden Zwischenwellen sitzen. Diese Räder tragen die Bremsseilscheiben und lassen sich mittels Schneckenspindeln, deren Lagerung auf der Zwischenwelle fest ist, mit der Hand verdrehen. Nach Ausheben eines Fußbrettes vor dem Führersitz sind diese Teile rasch zugänglich. Die vier vom Bremsausgleich ausgehenden Zwischenwellen sind mit Zeigerplatten verbunden, die man außen an den Rahmenträgern sehen kann. Bei richtig eingestellten und durch den Handhebel festgezogenen Bremsen müssen alle Zeiger wagrecht stehen, wobei jeder nach der zugehörigen Bremse weist.

Abb. 21. Ansicht des Kühlers.

Der Lamellenkühler ist auf dem vorderen Rahmenträger gelenkig gelagert und von einer gepreßten Metallhaube umschlossen, die gleichzeitig die Scheinwerfer trägt und am oberen Ende durch eine Profilstange gegen die Spritzwand abgestützt ist, Abb. 21.

Der etwa 120 l fassende Brennstoffbehälter hängt an Blechgurten zwischen dem hinteren Rahmenquerrohr und einer die beiden Federhände verbindenden Rohrstange. Dem Vergaser fließt der Brennstoff durch eine mit Absperrhahn versehene Leitung aus dem Unterdruckförderer an der Spritzwand zu, der durch zwei Kupferleitungen mit Filter aus dem Brennstoffbehälter gespeist wird. Von den beiden Brennstoffleitungen reicht die eine bis auf den Boden, die zweite nur bis zu einer gewissen Tiefe in den Brennstoffbehälter. Ist der Brennstoff im Behälter bis zu der Mündung der zweiten Leitung gesunken, so tritt durch diese Luft ein und der Fahrer wird darauf aufmerksam, daß er nur noch etwa 20 l Brennstoff im Behälter hat. Der Fahrer stellt dann den Absperrhahn, der durch ein Gestänge vom Armaturenbrett aus betätigt wird, von der Stellung „N" (normal) auf die Stellung „R" (Reserve) um und kann den Rest an Brennstoff aufbrauchen, ohne den Sitz zu verlassen. Der Griff des Brennstoffhahn oberhalb des Bosch-Schaltkastens am Armaturenbrett so bracht, daß man den bekannten Schlüssel des Schaltkastens i Stellungen „N" und „R" nicht verdrehen oder herausnehmen Der Führer muß deshalb, wenn er den Wagen verlassen ode Motor abstellen will, zuerst den Brennstoffhahn in die Ste „Null" bringen, bevor er den Schlüssel abziehen kann, so da

Abb. 22. Spritzwand mit Fußhebeln und Lenkung.

Stillstand, etwa bei undichter Schwimmernadel, nur die g Benzinmenge abtropfen kann, welche im Vergaser enthalt

An der Spritzwand, Abb. 22, aus Aluminiumblec mit den Rahmenlängsträgern durch Blechwinkel verbunde sind die Brennstoffleitungen und die elektrischen Kabel v sowie die Tragarme für das Armaturenbrett befestigt, da den Bosch-Schaltkasten, den Geschwindigkeitsmesser, den I stoffhahn und die Uhr aufnimmt. Rechts vom Führersitz be sich der Handhebel, neben diesem der Fußhebel für die Bre Links daneben der Gasfußhebel, in dessen Ruhestellung der leerlaufen kann; darüber der kleine Fußhebel zum Anlassen dem linken Fuß des Fahrers befindet sich der Fußhebel fü Getriebe, den man nur bei der Fahrt mit Übersetzung b und an dem die Verriegelung angreift.

Der Fußhebel neben dem Getriebehebel ergibt den Rück gang, der während der Fahrt durch Niederdrücken des Rück hebels als sehr feinfühlige Getriebebremse benützt werden

Die Varta-Akkumulatorenbatterie ist in hintereinander geschaltete Hälften in Kästen aus Aluminiu hinter dem Querträger vor der Hinterachse gegen Wasser, Sc und Steinschlag gut geschützt und leicht herausnehmbar. Anlasser- und Beleuchtungsanlage arbeitet mit 12 V, die Ka der Batterie beträgt 120 Ah. [B 4

Zur Untersuchung von Thermolokomotiven.

Von Prof. Georg Lomonossoff, Moskau.

Damit man Thermolokomotiven mit Dampflokomotiven vergleichen kann, müssen beide von gleicher Leistung und Zugkraft sein. Das Vergleichverfahren wird ausführlich besprochen, wobei hervorgehoben wird, daß Zugkraft und Geschwindigkeit bei der dieselelektrischen Lokomotive ununterbrochene Funktionen, bei Diesellokomotiven mit mechanischer Übertragung dagegen unterbrochene Funktionen sind.

Die Versuchsverfahren für Dampflokomotiven sind bereits genügend ausgearbeitet. Insbesondere sind alle Typen von Dampflokomotiven in Rußland nach der gleichen Methode untersucht worden, die in meinem Buche „Zweck und Methoden der Versuche"[1]) beschrieben ist. Die auf Grund dieser Verfahren erzielten Versuchsergebnisse sind untereinander vergleichbar, d. h. die Versuchsergebnisse einer Lokomotivtype können mit denen einer andern Type verglichen werden. Dies ist erklärlich; denn auch bei baulicher Verschiedenheit der Lokomotiven sind die Arbeitsvorgänge die gleichen. Ganz verschieden ist die Sachlage bei den zurzeit neu auftretenden Thermolokomotiven, bei denen der Arbeitsvorgang gänzlich anders ist. Gleich ist nur das Endergebnis: die mechanische Arbeit am Radumfang und ihre Verwendung zur Fortbewegung der Züge auf den Schienen. Hieraus folgt auch der Schluß, daß nur dieses Endergebnis bei Dampflokomotiven und Thermolokomotiven verglichen werden darf.

Wie müssen denn die Versuche mit Thermolokomotiven vorgenommen werden, damit wenigstens die Endergebnisse mit denjenigen von Dampflokomotiven verglichen werden können, und wie muß der Vergleich durchgeführt werden? Diese Frage muß vor Beginn der Versuche mit der ersten Thermolokomotive beantwortet werden, und je gründlicher diese Frage jetzt erörtert wird, desto weniger Streitpunkte und Fehler sind nachher zu befürchten.

Die Arbeit am Umfange der Treibräder kann unter Benutzung der Leistung oder der Zugkraft ausgedrückt werden. Da in der Gleichung für die Zugbewegung[2])

$$\left(M + \sum \frac{J}{R^2}\right) \frac{dV}{dt} = Z_r - W_k$$

(M = Masse, J = Trägheitsmoment, R = Radhalbmesser)

nicht die Leistung, sondern die Zugkraft vorkommt, so ist letztere bequemer. Die Zugkraft und die Leistung am Radumfange hängt von der Fahrtgeschwindigkeit, der Beanspruchung der Kraftquelle und der Art ihrer Regelung ab. Als eine der Aufgaben der experimentellen Untersuchung von Dampflokomotiven wie auch von Thermolokomotiven muß die Feststellung der vorteilhaftesten Verfahren ihrer Regelung angesehen werden. Die Lokomotivführer müssen nach diesem Verfahren arbeiten, wodurch ein Vergleich der Dampf- und Thermolokomotiven bei vorteilhaftester Regelung möglich wird. Letzteres ist nicht nur möglich, sondern sogar Bedingung; ein Vergleich bei beliebigen andern Regulierungen als der vorteilhaftesten ist gänzlich unzulässig; denn auch der vollkommenste Motor kann bei falscher Regelung schlechte Ergebnisse aufweisen.

Bei vorteilhaftester Regelung ist die Zugkraft am Radumfange nur von der Geschwindigkeit V und der Beanspruchung der Kraftquelle abhängig. Letztere wird bei Dampflokomotiven durch die Dampfmenge u in kg gemessen[3]), die von 1 m² Heizfläche in der Stunde erzeugt wird, bei Diesellokomotiven durch die Drehzahl n_d des Dieselmotors. Letzteres erscheint zunächst unwahrscheinlich: die Beanspruchung des Dieselmotors wird durch die Leistung in PS gemessen, die aber auch noch von dem mittleren indizierten Druck p_i abhängt. Die vorteilhafteste Regelung bedingt jedoch, daß ein fast unveränderliches p_i[4]) aufrecht erhalten wird, daher wird die Beanspruchung des Dieselmotors **bei der vorteilhaftesten Regelung**, von der ja auch nur die Rede ist, allein durch n_d bestimmt. Bezeichnen wir daher zukünftig n_d durch u, so sind wir berechtigt für die vorteilhaftesten Regelungen wie bei Dampf- so auch bei Diesellokomotiven die Beziehung aufzustellen:

$$Z_r = \varphi(u, V) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (1).$$

Wie müssen denn die hiernach aufgezeichneten Kurven für Dampf- und Thermolokomotiven verglichen werden?

Jeder Brennstoff hat einen Höchstwert für u; es wird auch manchmal angenommen, daß u außer vom Brennstoff auch von V abhängt. Dieses ändert jedoch nicht die Sachlage. Auf jeden Fall ist es möglich, für beliebigen Brennstoff, also auch für den auf der Thermolokomotive verwendeten Brennstoff, für eine beliebige Dampflokomotive die Kurve der bei diesem Brennstoff höchstmöglichen Zugkraft aufzuzeichnen:

$$Z_r = \varphi_x(V) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (a)$$

Die gleiche Kurve kann man auch für die Diesellokomotive aufzeichnen, indem man für u den Höchstwert annimmt. Diese beiden Kurven sind unbedingt vergleichbar; denn sie gelten für den gleichen Brennstoff und für die höchste Leistungsfähigkeit bei vorteilhaftester Regelung.

Der Vergleich der Zugkraftkurven bildet jedoch noch nicht die Lösung unsrer Aufgabe. Die Lokomotiven müssen nicht nur in bezug auf die Leistungsfähigkeit, sondern auch in bezug auf die Wirtschaftlichkeit verglichen werden.

Rein mechanisch wird die Wirtschaftlichkeit durch den Gesamtwirkungsgrad Y der Lokomotive gemessen, das heißt entsprechend dem Verhältnis der am Radumfange geleisteten Arbeit zur potentiellen Energie des verbrauchten Brennstoffes. Die Leistung in PS am Radumfang ist

$$N_r = \frac{Z_r V}{270},$$

hieraus

$$270\,000\, N_r = 1000\, Z_r V \text{ kgm/h}.$$

Bezeichnet man mit C den stündlichen Brennstoffverbrauch, h dessen Heizwert, $A = 1/427$ das mechanische Wärmeäquivalent, so ist:

$$Y = \frac{270\,000\, N_r}{427\, h\, C} = 632 \frac{N_r}{h\, C} = 2{,}34 \frac{Z_r V}{h\, C} \quad \ldots (2).$$

Abb. 1. Gesamtwirkungsgrad Y der Lokomotive in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit V.

Diese Gleichung ist trotz ihrer Verbreitung nicht ganz genau, denn der Lokomotive wird Wärme nicht nur im Brennstoff, sondern auch im Wasser zugeführt, das zur Speisung oder Kühlung dient. Somit wäre es richtiger zu schreiben:

$$Y = 2{,}34 \frac{Z_r V}{h\, C + t_0 W} \quad \ldots \ldots \ldots (3),$$

wo W der stündliche Speise- oder Kühlwasserverbrauch und t_0 dessen Zuflußtemperatur ist.

Der Wert von Y ist weder bei Dampf- noch bei Diesellokomotiven beständig, sondern hängt von den gleichen Faktoren ab, wie auch Z_r, d. h. von V und u, bei vorteilhaftester Regelung. Bei stärkster Beanspruchung, d. h. bei Höchstwerten, von u ist:

$$Y = \psi'_x(V) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (b).$$

Die Kurven für diese Beziehung sind bei gleichem Brennstoff der Dampf- und Diesellokomotiven untereinander vergleichbar.

Somit müssen auf experimentellem Wege für jede Lokomotivtype folgende Kurven ermittelt werden:

$$Z = \varphi_x(V) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (a)$$

$$Y = \psi_x(V) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (b),$$

die ohne weiteres miteinander verglichen werden können. Diese Kurven beziehen sich jedoch auf den Fall der vollen Beanspruchung der Kraftquelle. Nun bedingen die Streckenprofile und die Belastungen der Züge, daß häufig nicht die volle Ausnutzung der Kraftquelle möglich ist. Ferner ist es möglich, daß auch im Fall einer vollen Ausnutzung der Kraftquelle bei entsprechenden Arbeitsbedingungen dies vom wirtschaftlichen Standpunkte nicht immer vorteilhaft ist.

Betrachtet man weiter die Lokomotive lediglich als Motor, so ist diejenige Beanspruchung die vorteilhafteste, bei der Y_{max} erreicht wird.

Hat man die Kurven

$$Y = \psi(u, V) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (4)$$

und zeichnet man die Umhüllungskurve, Abb. 1, so kann man leicht die Kurve

$$Y = \psi'_n(V) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (c).$$

aufzeichnen, die den **in bezug auf Brennstoffverbrauch günstigsten Werten** von u entspricht, wie auch die Kurve der Werte von u in Funktion von V.

[1]) Petersburg 1914.

[2]) Ableitung s. S. 10 meines Buches „Berechnungen über Zugförderungen", Berlin 1923.

[3]) s. „Berechnungen über Zugförderung", 3. Aufl. oder „Zweck und Methode".

[4]) s. „Technik und Ökonomik" 1923.

Mit Hilfe der Kurve (c) ist es möglich, aus den Kurven

$$Z_r = \varphi(u, V) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (1)$$

den Wert von u zu eliminieren, d. h. die Kurve

$$Z_r = \varphi_n(V) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (d)$$

aufzuzeichnen, welche der in bezug auf Brennstoffverbrauch vorteilhaftesten Beanspruchung der Kraftquelle entspricht.

Die Kurven (c) und (d) für Dampf- sowie für Thermolokomotiven sind miteinander vergleichbar. Leider genügen sie doch noch nicht zur Lösung unsrer Aufgabe, weil aus verschiedenen Gründen die Lokomotiven häufig, wie z. B. infolge Leistungsfähigkeit der Strecke, Anzahl der Dienstlokomotiven, andrer Betriebsbedingungen, mit einer Beanspruchung der Kraftquelle arbeiten, die von der für Y_{max} weit entfernt ist.

Vom Betriebstandpunkt aus betrachtet, ist nicht diejenige Beanspruchung die vorteilhafteste, die Y_{max} ergibt, sondern die, bei der die Frachtkosten unter Berücksichtigung der Abschreibung des rollenden Gutes und der Bahneinrichtungen ein Mindestmaß erreichen.

Der Vergleich der Kurven (a) bis (d) gibt uns also einen klaren Begriff über die Vorzüge der Dampf- und Thermolokomotiven in verschiedener Hinsicht, aber nur bei der stärksten oder in bezug auf Y vorteilhaftesten Beanspruchung der Kraftquelle, während die einen wie die andern bei verschiedenen Beanspruchungen arbeiten müssen. Daher ist der Vergleich auf Grund der genannten Kurven unvollkommen, und es muß ein Vergleichsverfahren für beliebige Arbeitsbedingungen gefunden werden, wie sie in der Praxis auftreten können.

Zu diesem Zweck schlägt Schelest[1]) die Einführung eines neuen Begriffes vor, der Belastungshöhe der Lokomotive

$$\mu = \frac{N}{N_{norm}}$$

und den Vergleich der Kurven

$$Y = f(\mu),$$

wobei er die Annahme macht, daß Dampflokomotiven gewöhnlich mit $\mu = 0{,}6$ arbeiten.

Abgesehen von der Willkürlichkeit der letzten Annahme scheint mir dies Verfahren auch grundsätzlich falsch zu sein, und zwar aus folgendem Grunde:

Sogar bei der vorteilhaftesten Regelung ist

$$Z_r = \varphi(u, V),$$

also auch

$$N = \frac{Z_r V}{270}$$

eine Funktion zweier Veränderlichen V und u. Deshalb kann der vorweg genommene Wert von N, also auch μ, bei einer unendlichen Zahl von Annahmen für die Werte u und V verwirklicht werden, und jeder solchen Annahme werden verschiedene Werte von Y entsprechen. Welche Werte müssen dann in Abb. 2 eingetragen werden? Etwa die geringsten? Warum aber? — Wie wir gesehen haben, müssen bei einem gegebenen Wert von V sehr häufig nicht diejenigen Werte von u genommen werden, bei denen Y ein Höchstwert wird, sondern andre. Ergänzt man somit das Verfahren von Schelest durch die Forderung der Wahl solcher Beanspruchungen u, die Y_{max} ergeben, so unterscheidet sie sich durch nichts von dem Vergleich der Kurven

$$Y = \psi_n(V) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (c),$$

das heißt, das Verfahren ist unzureichend. Unterläßt man jedoch diese Ergänzung, so ist das Verfahren unbestimmt und daher unzulässig.

Es ist scheinbar unmöglich, ein allgemein gültiges Verfahren für den Vergleich von beliebigen Dampflokomotiven mit beliebigen Thermolokomotiven zu finden. Ganz anders ist jedoch die Sachlage, wenn die Aufgabe gestellt wird, Dampf- und Thermolokomotiven gleicher Zugkraft und Leistung zu vergleichen. In diesem Falle können außer den Kurven (a) bis (d) noch die gleichen Z und V entsprechenden Werte von Y verglichen werden, Abb. 3. Dieser Umstand zwang mich auch dazu, mit Nachdruck für den Bau von Thermolokomotiven einzutreten, die hinsichtlich Zugkraft und Leistung irgendeiner russischen Lokomotivtype gleich wären.

[1]) Schelest, Probleme der wirtschaftlichen Lokomotiven, Leipzig und Wien 1923.

Y — Thermolokomotive — Dampflokomotive — μ — Z.24/571

Y — Thermolokomotive — Dampflokomotive — Z — Z.24/572

Abb. 2 und **3.** Gesamtwirkungsgrade in Abhängigkeit von der Belastungshöhe μ und von der Zugkraft Z bei gleichbleibender Fahrgeschwindigkeit.

Abb. 3.

Wenn wir also Dampf- und Thermolokomotiven gleicher Zugkraft und Leistung vergleichen, muß das auf Grund folgender Kurven geschehen:

$$Z_r = \varphi_x(V) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (a),$$
$$Y = \psi_x(V) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (b),$$
$$Y = \psi_n(V) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (c),$$
$$Z_r = \varphi_n(V) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (d)$$
$$\text{und } Y = f(V, Z_r) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (e).$$

Müssen jedoch Dampf- und Thermolokomotiven verschiedener Zugkraft und Leistung verglichen werden, so sind die Kurven (e) gänzlich unvergleichbar, Kurve (a) und (d) sagen wenig, während in den Kurven (b) und (c) zweckmäßig V durch die Umdrehungszahl der Räder ersetzt wird.

Für Dampflokomotiven ist das Verfahren der praktischen Gewinnung dieser Kurven, wie bereits gesagt, vollständig ausgearbeitet. In bezug auf Thermolokomotiven muß hierauf näher eingegangen werden.

Wie oben festgestellt wurde, besteht die Endaufgabe der Versuche im Aufzeichnen von Kurven, die unter Voraussetzung der vorteilhaftesten Regelung und einer bestimmten Methode der Ausnutzung der Kraftquelle die Beziehungen der Werte von Z_r, V, Y und u darlegen. Die Messung der Werte von Z_r, V sowie h, C, t_0 und W, die zur Festellung der Beziehung

$$Y = 2{,}34 \frac{Z_r V}{h C + t_0 W} \quad \ldots \ldots \ldots (3)$$

erforderlich sind, stößt auf keine Schwierigkeiten. Wie auch bei Dampflokomotiven besteht die Hauptschwierigkeit in der Feststellung derjenigen Werte von Z_r und Y, welche den vorstehend hervorgehobenen Bedingungen entsprechen, was zur Notwendigkeit führt, die Vorgänge in der Thermolokomotive klarzulegen. In der Dampflokomotive zerfallen diese Vorgänge streng in zwei Gruppen: Vorgänge im Kessel und in der Maschine. Das Gleiche bei Thermolokomotiven: in der Kraftquelle und in der Übertragung. Zur besseren Anschaulichkeit müssen diese Vorgänge gesondert studiert werden.

Die indizierte Leistung N_i und der thermische Wirkungsgrad des Dieselmotors η_t werden durch zwei Faktoren bestimmt: die Brennstoffzufuhr ε und die Drehzahl u. Folglich ist die Klarlegung des Einflusses dieser Faktoren die erste Versuchsaufgabe. Anderseits ist:

$$N_i = \frac{1}{75} \frac{m}{c} \frac{\pi d^2}{4} p_i \, u \, 2\, l = \frac{1}{47{,}7} \left(\frac{m}{c} d^2 l\right) p_i u,$$

worin m die Zylinderzahl, d deren Durchmesser, l der Kolbenhub und c die Zahl der Takte ist. Daher beschränkt sich unsre Aufgabe auf die Feststellung der Beziehungen

$$p_i = f_f(\varepsilon, u) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (f)$$
$$\eta_t = f_g(\varepsilon, u) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (g)$$

Die indizierte Zugkraft,

$$Z_i = \frac{270\, N_i}{V},$$

ist außerdem abhängig von der Geschwindigkeit V. Aber wiederum ist

$$V = 3{,}6\, \pi D n,$$

worin D der Durchmesser der Triebräder ist, und

$$\frac{u}{n} = \nu \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (5)$$

das Übersetzungsverhältnis. Man kann daher sagen, daß

$$Z_i = \varphi_i(p_i, \nu).$$

Man kann tatsächlich beweisen, daß

$$Z_i = \nu \xi M$$ [1])

ist, wo ξ das Verhältnis des wirklichen p_i zum vorteilhaftesten und M für den gegebenen Motor eine Konstante ist.

Der Zweck der Übertragung besteht in der Übertragung der Arbeit vom Motor zu den Rädern, wobei N_i auf

$$N_r = \eta N_i$$

und die Drehzahl von u auf n herabgesetzt wird.

[1]) Vergl. Lomonossoff, Zur Theorie der Diesellokomotiven, Bd. 68 (1924) S. 202.

Der Wert
$$\eta = \frac{N_r}{N_i} = \frac{Z_r}{Z_i}$$
ugenscheinlich abhängig von der Größe der übertragenen it N_i, die wiederum eine Funktion von ε und u ist, und von Drehzahlen n und u, das heißt:
$$\eta = f_h(\varepsilon, u, n) \quad \ldots \quad (h).$$
ist aber
$$n = \frac{u}{\nu} \quad \ldots \quad (5);$$
r kann man schreiben:
$$\eta = f_i(\varepsilon, u, \nu) \quad \ldots \quad (i),$$
da auch Z_i eine Funktion derselben Veränderlichen ist:
$$Z_r = \varphi(\varepsilon, u, \nu).$$
Flüssigkeitsgetriebe, bei Luftübertragung und mechanischer tragung wird ν unmittelbar geändert, bei elektrischer ist
$$\nu = f(\varrho, V)^{1}),$$
n ϱ die Stellung des Fahrschalters ist. Daher ist bei elekner Übertragung
$$Z_r = \varphi(\varepsilon, u, V, \varrho) \quad \ldots \quad (k_e).$$
r braucht man hier nicht Z_r mittels ε[1]) zu regeln, d. h. man den Dieselmotor stets mit solchen Werten von ε und u ten lassen, bei denen
$$\eta_t = \max$$
o daß die Gleichung gilt:
$$Z_r = \varphi_e(u, V, \varrho) \quad \ldots \quad (k).$$
ge dieses Unterschiedes in den Eigenschaften von ν und der hungen von Z_r wird es notwendig, die Versuche mit der l-elektrischen Lokomotive etwas anders vorzunehmen als mit n Thermolokomotiven. Bei den ersteren ist ν eine Veränderund die Arbeit der Diesel-elektrischen Lokomotive wird nicht ν, sondern durch ϱ bestimmt. Bei andern Übertragungen die Arbeit durch ν geregelt, und man kann während der Ver ν leicht unverändert erhalten.

Bei elektrischer Übertragung erhält man durch Versuche die hungen
$$\xi = f_l(\varepsilon, u) \quad \ldots \quad (l),$$
$$\eta_t = f_m(\varepsilon, u) \quad \ldots \quad (m).$$
us erhält man sofort, wie in Abb. 4 gezeigt wird,
$$\eta_t = f_n(u) \quad \ldots \quad (n_e)$$
$$\varepsilon = f_o(u) \quad \ldots \quad (o_e),$$
war entsprechen diese Werte der vorteilhaftesten Regelung. eiteren müssen nur die Kombinationen von ε und u benutzt n. Dieses ist dem gleichbedeutend, wie wenn man eine
$$N_i = f(u)$$
chnet, die für beliebige Werte von u einen bestimmten Wert angibt, folglich ergibt sich eine gleichseitige Hyperbel:
$$Z_i = \frac{270 f(u)}{V}.$$
die Dieselmotoren unserer Thermolokomotiven ergab sich Beziehung, wie bereits erwähnt, als sehr einfach. Für die gung
$$\eta_t = \max$$
r erforderlich, daß
$$p_i = \text{const} = 7{,}5$$
n wird, was zur Gleichung $N_i = \beta u$ führt. Sonst gilt für Dieselmotoren
$$f(u) = \beta u.$$
die Versuche bei solcher Regelung durchgeführt werden, man für jeden Wert u die Kurvenscharen:
$$Z_r = \varphi(u, V, \varrho) \quad \ldots \quad (p_e)$$
$$Y = \psi(z, V, \varrho) \quad \ldots \quad (q_e).$$
n werden auf jedem Kurvenblatt alle Kurven eingezeichnet, r gleichen Beanspruchung, jedoch verschiedenen Rege entsprechen. Indem man auf die gleiche Weise wie in alle diejenigen Werte von ϱ abgreift, die
$$Y = \max$$
n, erhält man für jeden Wert von u eine neue Kurve
$$\varrho = f_r(V) \quad \ldots \quad (r),$$
Bedingungen der **vorteilhaftesten Regelung** für r **Thermolokomotive** bei bestimmter Arbeit des Diesel angibt; mit andern Worten, diese Kurve zeigt die vorteilen Arbeitsbedingungen der elektrischen Übertragung. In an mit Hilfe dieser Beziehung aus den Gleichungen (p_e)

[1]) Z. Bd. 68 (1924). S. 201

und (q_e) die Werte von ϱ aussondert, erhält man die Kurven für die gesuchten Beziehungen
$$Z_r = \varphi(u, V) \quad \ldots \quad (1)$$
$$Y = \psi(u, V) \quad \ldots \quad (4)$$
von denen bereits am Anfang dieses Aufsatzes die Rede war. Hieraus können die Kurven (a) bis (e) leicht erhalten werden.

Beim Flüssigkeitsgetriebe und bei mechanischer Übertragung bestehen die alten Beziehungen:
$$\xi = f_l(\varepsilon, u) \quad \ldots \quad (l),$$
$$\eta_t = f_m(\varepsilon, u) \quad \ldots \quad (m).$$
Da aber
$$\eta = f_i(\varepsilon, u, \nu) \quad \ldots \quad (i),$$
$$Z_r = f_k(\varepsilon, u, \nu) \quad \ldots \quad (k_m),$$
so ist
$$Y = \eta_t \eta = \psi(\varepsilon, u, \nu) \quad \ldots \quad (q_m),$$

Abb. 4. Wirkungsgrad bei verschiedener Wasserstoffzufuhr mit verschiedenen Drehzahlen.

Natürlich kann auch hier die Forderung der vorteilhaftesten Regelung des Dieselmotors gestellt werden, d. h. man kann die Beziehung
$$\varepsilon = f_o(u) \quad \ldots \quad (o)$$
feststellen, bei welcher η_t ein Höchstwert wird; jedoch ist hier die Anwendung dieses Verfahrens der Regelung nicht immer möglich und zweckmäßig. Außerdem muß man zwei Arten der Übertragung unterscheiden: bei der ersten ändert sich ν ununterbrochen (Janney), während bei der zweiten die Änderung sprungweise vor sich geht (Lentz, starre Übertragung). Im ersteren Fall erhält man durch Aussonderung von ε aus der Gleichung (i) mittels der Gleichung (o):
$$Z_r = f(u, \nu),$$
oder die gesuchte Beziehung
$$Z_r = \varphi(u, V) \quad \ldots \quad (1)$$
Diese Kurve entspricht der vorteilhaftesten Regelung des Dieselmotors bei einer bestimmten Arbeitsleistung. Jedoch fällt hier die Frage nach der vorteilhaftesten Ausnutzung der Übertragung fort: der Wert ν muß so geändert werden, daß u konstant bleibt. Es ist zweifelhaft, ob dieses vorteilhaft ist. Meiner Meinung nach müßte man in diesem Falle die Forderung nach $\eta_t = \max$ auf geben und solche Kombinationen von ε und ν suchen, bei denen $Y = \max$ wird. Mit andern Worten, man muß alle Kurven
$$Y = \psi(\varepsilon, u, \nu) \quad \ldots \quad (q_m),$$
für denselben Wert von u auf ein Blatt einzeichnen, die Umhüllungskurven ziehen und die Kurve
$$\varepsilon = f_s(u) \quad \ldots \quad (s)$$
aufzeichnen, die
$$Y = \max$$
ergibt. Mit Hilfe dieser Kurve erhält man leicht die Kurven
$$Z_r = \varphi(u, V) \quad \ldots \quad (1_m),$$
$$Y = \psi(u, V) \quad \ldots \quad (4_m),$$
die der gegebenen Beanspruchung des Dieselmotors und der **vorteilhaftesten Regelung der Thermolokomotive im ganzen entsprechen.**

Noch mehr beschränkt ist man bei der Regelung einer Thermolokomotive mit einer Übertragung, bei der sich ν sprungweise ändert. Werden in solchem Falle ε und u durch irgend eine Bedingung gebunden, z. B. $Y = \max$, so wird die Zugkraft
$$Z_r = \varphi(\nu, V) \quad \ldots \quad (t)$$
in Funktion von u durch so viele Kurven dargestellt, wie einzelne ν erreichbar werden. Bei vorgeschriebenem u erhält man für jeden Wert von ν nur einen Wert. Da jedoch bei jedem ν die Werte von u und V durch die Gleichung
$$u = \frac{\nu V}{3{,}6 \pi D} \quad \ldots \quad (6)$$
verbunden sind, so erhält man auch als Funktion von V (s. Abb. 6) anstatt einer fortlaufenden Kurve
$$Z_r = (u, V)$$
für gegebene ν nur eine Reihe von Einzelwerten, Abb. 5 und 6. In der Praxis braucht man sich natürlich nicht an die Bedingung
$$u = \text{const}$$
zu halten, wie das auch im Dampflokomotivbetriebe nicht geschieht.

In dieser Hinsicht besteht ein großer Unterschied zwischen den Dampf- und den Diesellokomotiven. Erstens fallen bei den Dampflokomotiven die Kurven Z_r bei einer bestimmten Reglerstellung mit wachsendem V steil ab, während bei Diesellokomotiven bei vorteilhaftester Regelung die Kurven für Z_r bei gegebenem ν sich wahrscheinlich wagrechten Geraden nähern werden.

Abb. 5 und **6.** Abhängigkeit der Zugkraft von Motordrehzahl und Fahrgeschwindigkeit und gegebenes Übersetzungsverhältnis.

Abb. 9. Regelung der Zugkraft durch Brennstoffzufuhr.

Zweitens kann bei Dampflokomotiven die Bedingung $u = \max$ für kurze Zeit aufgehoben werden auf Kosten eines Sinkens des Wasserspiegels im Dampfkessel, während bei Diesellokomotiven diese Bedingung unbedingt fest steht. Infolgedessen ist es bei Dampflokomotiven möglich, mit 3 bis 4 Kombinationen der Füllungen mit den Reglerstellungen alle im Betrieb erforderlichen Werte von Z_r zu erreichen, was bei Diesellokomotiven bei 3 bis 4 Werten von ν und vorteilhaftester Regelung gänzlich unmöglich ist.

Abb. 7 und **8.** Verlauf der Zugkraft und Zugwiderstände bei Regelung der Übersetzung.

Das Gesagte wird leicht veranschaulicht an der Hand von Abb. 7 und 8, wo die schraffierte Kurve M den Verlauf von $Z_{r_{max}}$ bedingt durch die Adhäsion und die Kraftquelle, darstellt, während die Kurven A und B die Widerstände zweier Züge auf zwei verschiedenen Steigungen darstellen. Bei der Dampflokomotive entsprechen die Kurven 1, 2, 3 bestimmten Kombinationen er Füllungen und der Regleröffnungen (z. B. 1—0,5, 1—0,4 und M—0,5), bei der Thermolokomotive dagegen bestimmten Werten von ν. Bei der Dampflokomotive wird der Zug A die gegebene Steigung nehmen, entweder mit einer Geschwindigkeit a_2, die wenig verschieden ist von der, die durch die Bedingung

$$u = \max$$

gegeben ist, oder mit der Geschwindigkeit a_3 auf Kosten des Sinkens des Wasserspiegels im Kessel. Dagegen ist bei der Thermolokomotive bei vorteilhaftester Regelung des Dieselmotors nur die Geschwindigkeit a_2 möglich, die fast halb so groß ist von ν_m. Noch schlechter ist es beim Zug B. Bei der Dampflokomotive sind die Geschwindigkeiten b_1, b_2 und b_m fast alle gleich, während bei der Thermolokomotive die Geschwindigkeit b_1 imaginär wird, und die Geschwindigkeit b_2 außerhalb der erreichbaren Grenze liegt. Mit andern Worten, schaltet man unter Voraussetzung vorteilhaftester Regelung des Dieselmotors in diesem Falle die Übersetzung ν_2 ein, so erreicht der Dieselmotor eine Drehzahl, die außerhalb

$$u = \max$$

liegt; schaltet man dagegen ν_1 ein, kommt der Zug zum Stillstand.

Hieraus erhellt, daß in solchem Falle die Thermolokomotive nicht nur mit Hilfe von ν, sondern auch mit Hilfe von ε geregelt werden muß. Um klarzustellen, wie dieses geschehen muß, werden alle Kurven

$$Z_r = f(\varepsilon, V),$$

die dem gegebenen Wert von ν entsprechen, auf ein Blatt aufgetragen. Da in diesem Falle

$$V = \frac{3{,}6\,\pi\,D}{\nu}\,u$$

verhältnisgleich u ist, das in bestimmten Grenzen schwankt (z. B. 1 bis 7,5), so erhalten wir für jedes ν ganz bestimmte Geschwindigkeitsgrenzen. Mit Hilfe ähnlicher Kurven Y ist es leicht, die Kurven Z_r aufzuzeichnen, die für das gegebene ν der Bedingung

$$Y = \max$$

entsprechen. In Abb. 9 ist solche Kurve gestrichelt eingetragen. Entspricht die Kurve cd dem höchsten und hk dem kleinsten Wert von ε, so zeigt das Viereck $cdhk$ die Grenzen der möglichen Werte von Z_r und V bei dem gegebenen Übersetzungsverhältnis ν.

Abb. 10 und **11.** Grenzwerte von Z_r und [...]

Vereinigt man die Grenzfiguren für verschiedene ν auf einem Blatt, erhält man Abb. 10. Alle Punkte d, f u[...] entsprechen hier $u = \max$. Daher ergibt die schraffierte F[...]

$$am_3d_3f_3m_2d_2f_2m_1d_1k_1h_1g_2h_2g_3h_3a$$

die Grenzen der tatsächlich möglichen Werte von Z_r und [...] die gebrochene Linie

$$am_3d_3m_2d_2m_1d_1$$

die Beziehung

$$Z_r = \varphi_x(V),$$

d. i. die durch die Kraftquelle begrenzte höchstmögliche Zug[...]

In den Geschwindigkeitsgrenzen von V_2' bis V_1' ist die [...] e_1f_1 zweifellos die Zugkraftkurve für die in bezug auf Y v[...]hafteste Beanspruchung der Thermolokomotive; in den G[...] von V_3' bis V_2' kann man die Kurven n_2f_2, e_1n_1 sowie au[...] Reihe der dazwischen liegenden Kurven benutzen. Für die [...]schwindigkeitsgrenzen ist es erforderlich, die wirklich v[...]haftesten Z_r mittels Vergleichs der entsprechenden Y [...]stellen. Dasselbe gilt auch für die Geschwindigkeitsgren[...] und V_3. Man erhält schließlich die gestrichelte Kurve in A[...] die die Beziehung

$$Z_r = \varphi_n(V) \;\ldots\ldots$$

darstellt.

Mit Hilfe desselben Verfahrens kann man für gegebe[...]sammenstellungen Z_r und V die Höchstwerte Y feststellen u[...] den Vergleich mit der Dampflokomotive gleicher Leistun[...] Zugkraft die Kurven

$$Y = f(Z_r, V) \;\ldots\ldots$$

entwickeln.

Bei einer Thermolokomotive mit einer begrenzten [...] von Übersetzungen ν müssen diese Kurven ihrer Natur nach [...] gebrochenen Verlauf haben. Außerdem kann man im [...] sagen, daß für solche Thermolokomotiven der Mittelwert [...] geringer sein wird als bei Thermolokomotiven mit steti[...] änderlichem Übersetzungsverhältnis. [B 172]

Höherwertige Zemente.

Von Otto Graf.

Entwicklung der Festigkeitseigenschaften deutscher und ausländischer Zemente. Förderung des Bauwesens durch Lieferung von Zementen mit hoher Festigkeit nach kurzer Erhärtungsdauer. Besprechung der wichtigsten Eigenschaften der Zemente und Bezeichnung von besonderen Aufgaben für die Zementhersteller. Notwendigkeit der Höhersetzung der Mindestforderungen in den deutschen Zementnormen.

s ist ein alter Wunsch der Zementverbraucher, Zemente zu erhalten, die bei gleichem Aufwand höhere Festigkeit liefern oder bei kleinerem Verbrauch dieselbe Widerstandsfähig- ergeben wie die bisher zur Verfügung stehenden Ze- e. Die Mindestfestigkeit, die in den deutschen Normen für itliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement, später nen für Eisenportlandzement und Hochofenzement, gefordert le, ist deshalb wiederholt erhöht worden, zuletzt 1909. Zur sollen Würfel von 7 cm Kantenlänge, hergestellt nach dem in Normen angegebenen Verfahren, aus erdfeucht angemachtem el von 1 Gewichtsteil Zement und 3 Gewichtsteilen Normal- im Alter von 28 Tagen mindestens 250 kg/cm² Druckfestig- zeigen, wenn die Würfel 1 Tag in feuchter Luft, 6 Tage Vasser und 21 Tage trocken in einem Raum von 15 ° bis Lufttemperatur gelagert haben. Nach 7 Tagen soll die destfestigkeit 120 kg/cm² betragen. Diese Mindestfestigkeiten schon 1909 von vielen Fabriken bedeutend überschritten en, wie Zahlentafel 1[1]) zeigt. In den folgenden Jahren, bis ist eine weitere Steigerung der Druckfestigkeitswerte be- htet worden, so daß der Mittelwert im Jahre 1916 432 kg/cm² chte. Der Höchstwert betrug im gleichen Jahr 632 kg/cm². var hiernach sowie auf Grund vieler Beobachtungen an- [2]) seit langer Zeit die Möglichkeit vorhanden, mit Zementen rbeiten, die weit höhere Festigkeiten lieferten, als sie mit hem Aufwand von Zement der normengemäßen Mindestfestig- zu erlangen sind. Erfahrene Baumeister machten von dieser nntnis seit vielen Jahren Gebrauch, allerdings vorwiegend in dem Sinn, daß sie den „besseren" Zement bevorzugten; ufung des Verbrauches nach der Güte des Zements wurde ger geübt, weil die dazu gehörige Auswahl durch den Zu- nenschluß der Zementwerke zu Verkaufsverbänden erschwert Die Zementverbraucher halten den Gepflogenheiten der aufsverbände vor allem entgegen, der Vertrieb des Zements e ohne die wünschenswerte Rücksicht auf die verschiedene der Zemente durchgeführt.

Auf die Bedenken der Zementverbraucher einzugehen, dürfte ieser Stelle keine Veranlassung vorliegen[3]). Zur Beurteilung Sachlage sei jedoch der Umstand hervorgehoben, daß die en der Tafel 1 nach 1916 einen Fortschritt nicht mehr er- en lassen, eher einen Rückgang der Güte des Zements an- en. In der Tat waren die Erzeugnisse besonders in der kriegzeit weniger zuverlässig als vor dem Kriege, eine Er- nung, die sich ja nicht bloß auf den Zement beschränkte. Zementwerke konnten dazu u. a. auf die geringere Zuver- keit der Belegschaft, besonders aber auf die mangelhafte Be- ung mit geringwertiger Kohle verschiedener Beschaffenheit eisen. Ohne die Bedeutung dieser Einwände einschränken ollen, sollte man sie aber auch nicht überschätzen, weil der ewerb in den letzten Jahren vor allem durch die Machen- ten der französischen Politiker nicht aufkam und so kein eb zur Verbesserung der Erzeugnisse entstand. Seit der Wettbewerb wieder eingesetzt hat, macht sich das Bestreben zur Verbesserung der deutschen Zemente in überaus erfreulicher Weise geltend. Von einer rasch größer werdenden Zahl der Zementwerke kommen Zemente auf den Markt, für die bedeutend höhere Festigkeiten zugesichert werden, als sie nach den derzeit geltenden Normen zu gewährleisten sind. So bietet die durch hervorragende Leistungen bekannte Firma Dyckerhoff & Söhne in Amöneburg Portlandzement an, der für normengemäß hergestellte und gelagerte Würfel

nach 2 Tagen . . . . 250 bis 300 kg/cm²,
„ 7 „ . . . . 400 „ 450 „
„ 28 „ . . . . 560 „ 600 „

Druckfestigkeit liefern soll[4]). Ein solcher Zement erreicht also schon nach 2 Tagen die Festigkeit, die die Normen bisher für 4 Wochen alte Körper verlangten. Wenn somit die bisher übliche Herstellung des Betons beibehalten wird, so ist der Bauunternehmer — soweit die Betonfestigkeit in Betracht kommt — bereits nach wenigen Tagen, unter Umständen schon nach 2 Tagen in der Lage, das Bauwerk so zu behandeln, wie bisher 4 Wochen alte Bauteile, d. h. Schalungen abzunehmen, gewisse Lasten aufzubringen usf. Bauteile und Bauten, für die rasche Herstellung erforderlich oder doch erwünscht ist (Rammpfähle, Wasserbauten, dringliche Ausbesserungen an Uferbefestigungen, Maschinenfundamenten u. dergl., Änderungen an Eisenbahnbauten, Bauten, die bei Frostgefahr entstehen, Straßenbauten u. a. m.), können mit größerer Zuverlässigkeit oder mit einfacheren Mitteln errichtet werden als bisher. Es bietet sich die Möglichkeit, ohne Steigerung des Zementaufwands Beton zu erzeugen, der rasch die erforderliche Widerstandsfähigkeit erlangt und dann noch weit höhere Festigkeit erreicht, als bisher üblich war.

Daraus entsprang der weitere Wunsch der Konstrukteure, bei höherwertigem Beton höhere zulässige Anstrengungen als üblich anwenden zu dürfen, was nicht unbegründet erscheint, da eben die z. Zt. zulässigen Anstrengungen Baustoffe voraussetzen, die eine bestimmte Mindestfestigkeit aufweisen, während jetzt höhere Festigkeiten unter Gewähr für eine bestimmte Größe geschaffen werden können, so daß gewisse Beziehungen zwischen Festigkeit und zulässiger Anstrengung beim Beton mehr als bisher in Betracht kommen.

Diesen Bestrebungen wird entgegengehalten, daß die Portlandzemente, ebenso die Hochofen- und Eisenportlandzemente für hohe Festigkeit gewisse Mängel aufweisen, die ihrem bevorzugten Gebrauch hinderlich seien und zu besonderer Vorsicht Anlaß gäben. Hierauf kann entgegnet werden, daß die Herstellung und Verwendung der höherwertigen Zemente an sich nichts Neues ist, vielmehr schon seit Jahren gepflegt wird, in neuester Zeit nur durch wirtschaftliche Verhältnisse einen neuen, besonders ausgeprägten Antrieb erhielt. Es liegen nicht allein ausführliche Normenprüfungen vor[5]), sondern auch Versuche, bei denen Beton hergestellt wurde, wie er für praktische Verhältnisse in Betracht kommt. Weiter hat man durch planmäßige Beobachtungen schon vor längerer Zeit begonnen, zu verfolgen, ob die Normenprobe

[1]) Gültig für Portlandzemente des Vereines Deutscher Portlandzement- bi anten, festgestellt im Vereinslaboratorium zu Karlshorst.

[2]) Vergl. z. B. Graf, Der Aufbau des Mörtels im Beton, Verlag Julius r ger, Berlin, S. 6 bis 8.

[3]) Der Weg der Selbsthilfe, durch Festsetzung schärferer Abnahmebe- ngen als die Normen, hat wohl nur vereinzelt zum Erfolg geführt. Ein ders anregendes Beispiel gab Spindel für die Bahnen in Tirol und lberg (vergl. zuletzt Tonindustriezeitung 1924, S. 246 u. f.).

[4]) Rüth, Beton und Eisen, Bd. 23 (1924) S. 89 u. f.

[5]) Vergl. z. B. Hanisch und Kirsch, Heft 8 des Eisenbetonausschusses des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, ferner u. a. Graf, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure Bd. 63 (1919) S. 475 und 476, Der Aufbau des Mörtels im Beton S. 6 u. f., S. 38, namentlich Abb. 23, Gehler, Zement, 1924, S. 175.

Zahlentafel 1.

	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923
Mittlere Druckfestigkeit im Alter von 2 Tagen.															
…lwerte	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	114	113	107	108
…stwerte.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	242	230	249	227
Druckfestigkeit im Alter von 7 Tagen,															
…lwerte	198	198	208	218	217	235	241	262	244	243	223	230	234	226	217
…stwerte.	357	317	345	408	370	376	378	404	413	415	416	392	411	401	366
Druckfestigkeit im Alter von 28 Tagen (kombinierte Lagerung)[1]).															
…lwerte	315	351	360	378	377	393	448	432	403	398	380	389	399	390	372
…stwerte.	531	546	520	612	558	563	558	632	625	609	624	622	564	599	549
…stwerte	222	250	257	251	255	256	260	250	252	227	219	200	254	258	250

[1]) 1 Tag in feuchter Luft, 6 Tage unter Wasser, dann in der Luft in einem Raum mit 15 bis 20° C Lufttemperatur

Zahlen liefert, die mit den Festigkeitszahlen von Mörtel und Beton, also mit der Festigkeit von Probekörpern aus Mischungen, wie sie im Baubetrieb angewendet werden, in unmittelbarer Beziehung stehen. Diese Verbindung hat sich bisher so weitgehend eingestellt, wie sie mit Beton zu erwarten war. Die Normenfestigkeit erwies sich bei zahlreichen Versuchen, die der Verfasser ausgeführt hat, als brauchbares Vergleichmaß.

Weiter wurde von seiten der Beton- und Eisenbetonkonstrukteure die Frage aufgeworfen, ob die höherwertigen Zemente einen besondern Einfluß auf die Elastizität des Betons ausüben. Hierzu ist zu bemerken, daß der Einfluß des Zements — soweit die bisherigen Versuche mit Portlandzement und den zugehörigen Mischzementen reichen — an sich von untergeordneter Bedeutung ist, wenn Beton gleicher Festigkeit verglichen wird, denn die Elastizität des Betons fand sich mit sehr verschiedenartigen Zementen in erster Linie abhängig von der Festigkeit des Betons — die Dehnungszahl geht mit steigender Festigkeit zurück —, so daß eben die Abnahme der Dehnungszahl bei Verwendung höherwertigen Zements eigentlich die Begleiterscheinung der höheren Festigkeit des Betons ist[1]). Wenn die Konstrukteure Bauten aus

Abb. 1. Beziehung zwischen dem Wassergehalt des frischen Zementbreies und der Druckfestigkeit des erhärteten Mörtels bei Verwendung von Portlandzement.

Beton mit erheblich größerer Festigkeit errichten, als das bisher üblich war, und bei Bestimmung der Anstrengung des Betons deren wirklicher Größe nahekommen wollen, wird die Elastizität des betreffenden Betons zu bestimmen sein, wie dies schon bisher zweckmäßig war[2]). Dabei ist besonders zu fordern, daß große Versuchskörper gewählt werden, da in neuerer Zeit zahlreiche Elastizitätsversuche mit sehr kleinen Körpern, z. B. mit Würfeln von 7 cm Kantenlänge, ausgeführt wurden, was erfahrungsgemäß nicht zu Ergebnissen führt, die auf praktische Verhältnisse übertragbar sind.

Für die weitere Beurteilung der höherwertigen Zemente ist es für alle Zementverbraucher wichtig, daß die einzelnen Zementfabriken feststellen, ob ihre höherwertigen Zemente beim Erhärten und Austrocknen des Mörtels und des Betons größere oder kleinere Raumverminderungen verursachen, also mehr oder weniger schwinden als ihre bisherigen Handelszemente. Die Eigenschaft des Zements, beim Austrocknen Schwinden des Betons zu veranlassen, erschwert bekanntlich die Anwendung des Betons, weil dadurch die Bildung von Rissen begünstigt wird, die den Eisenbetonkonstrukteur veranlassen, auf die Mitwirkung der Zugfestigkeit des Betons in seinen Entwürfen zu verzichten[3]). Die Herstellung von Beton, der nicht schwindet, ist zwar noch eine Zukunftshoffnung; Zement, der dem Beton diese Eigenschaft unter gewissen Voraussetzungen hinsichtlich der Auswahl der Zuschlagstoffe verleihen würde, wäre wohl geeignet, die Ausführung und Erhaltung der Beton- und Eisenbetonbauten bedeutend zu erleichtern; die Festigkeitseigenschaften des Betons wären mehr als bisher auszunützen, insbesondre würde die Zugfestigkeit des Betons dem Konstrukteur in vielen Fällen zur Verfügung stehen. Ob die höherwertigen Zemente in der soebe zeichneten Richtung einen Fortschritt oder eine weitere Ers rung bringen, läßt sich noch nicht übersehen. Jedenfalls i sofern eine Besserung wahrscheinlich, als die höherwer Zemente in Mischungen mit kleinerem Zementgehalt verar werden können, wodurch der Einfluß des Zements zurüc weil magerer Beton weniger schwindet als fetter.

Eine andre, wirtschaftlich sehr belangreiche Eigenscha sitzen die Portlandzemente, ebenso die Eisenportlandzemente Hochofenzemente dadurch, daß die Festigkeit des Betons mit gendem Wasserzusatz rasch abnimmt[4]). Dabei verhalten alle dem Verfasser zugänglich gewordenen Zemente der s genannten Arten ganz ähnlich, so daß der Einfluß der Größ Wassergehalts durch eine Gesetzmäßigkeit nach Abb. 1 zur stellung gebracht werden konnte. Von den höherwertigen landzementen sind ausgeprägte Ausnahmen noch nicht bel geworden.

Mannigfache Sorge bereitet die Gestaltung, Herstellung Erhaltung von Betonbauwerken, die von Flüssigkeiten be oder durchströmt werden, wenn diese den Zement angreifen fand sich bis jetzt, daß die Widerstandsfähigkeit des Betons chemische Einflüsse in erheblichem Maße von der Zusan setzung des Zements, auch vom Aufbau des Betons im allgem abhängt. Einen anschaulichen und umfassenden Überblick Verhältnisse gab Grün[5]). Ob die Portlandzemente mit hö Festigkeit hier den Vorzug verdienen, ist noch unbekannt

Das bisher Gesagte bezieht sich im wesentlichen auf landzemente aus deutschen Werken. Gleiche Bestrebunge bei den deutschen Bauingenieuren und Zementfachleuten ten sich natürlich auch in andern Ländern geltend. Vorbi und — was besonders hervorgehoben sei — den deutschen hältnissen zeitweise vorauseilend, wirkte Spindel in reich[6]). Auf seine Anregung lieferte die Zementfabrik L in Vorarlberg vor dem Krieg Zemente, die, nach dem Verf der deutschen Normen geprüft, nach 2 Tagen bis etwa 300 k nach 7 Tagen bis über 400 kg/cm², nach 28 Tagen bis 600 kg/cm² Druckfestigkeit zeigten; nach den österreichi Normen gewährleistete die Fabrik mindestens 200 kg/cm², 7 Tagen mindestens 400 kg/cm²[7]). Der Fortschritt ist durc Krieg auch in Österreich unterbrochen worden. Nach dem hat der Wettbewerb in den Nachbarländern früher eingeset bei uns, wohl zuerst in der Schweiz, dann in Deutsch-Öste und in der Tschechoslowakei, und deshalb war dort die Ze industrie eher veranlaßt, höherwertige Erzeugnisse zu sch In der ausländischen Portlandzementindustrie ist in den l Jahren Besseres geleistet worden als in der deutschen Ze industrie. Es steht zu hoffen, daß dieser Unterschied wieder verschwindet, vermutlich ist schon heute der Aus erreicht.

Die Erzeugung der höherwertigen Portlandzement schieht im wesentlichen ebenso wie früher. Die Begriffs rung, die die deutschen Normen für Portlandzement einle kennzeichnet die Herstellungsweise dieses Zements auch noch. Der Fortschritt wurde geschaffen durch Verbess der Aufbereitung der Rohstoffe, die es gestattet, die wüns werte, zur Erlangung hoher Festigkeit nötige Zusammens des Rohmehls oder Rohschlamms fortlaufend mit gering weichungen durchzuführen, ferner durch schärferen Bra zur teilweisen Schmelzung und nicht zuletzt durch f Mahlung. Wissenschaft, Maschinenbau und Zementind haben diese Entwicklung gemeinsam gefördert.

Andre Verfahren wurden durch wissenschaftliche vorbereitet. Insbesondere sind die Eigenschaften der im landzement vermuteten Kalziumaluminate verfolgt worden[9]). Entdecker der hydraulischen Eigenschaften der Kalzium nate wird Winkler (1856) genannt. Später hat Frem achtenswerte Versuche angestellt und schon 1865 die v liche Eignung der Kalziumaluminate zur Betonherstellung vorgehoben, insbesondere auch betont, daß damit wahrsche Bauten ausführbar seien, die den Einwirkungen des Seew zu widerstehen vermögen, womit er eine Aufgabe würdigt

[1]) Näheres vergl. Beton und Eisen Bd. 22 (1923) S. 4, sowie Heft 227 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens.

[2]) Vergl. Handbuch für Eisenbetonbau 3. Aufl. 1. Bd., S. 175 u. f., insbesondere S. 195 u. f., sowie S. 210 u. f.

[3]) Näheres s. u. a. Handbuch für Eisenbetonbau, 3. Aufl., 1. Bd., S. 179

[4]) Vergl. Graf, Die Druckfestigkeit von Zement, Beton, Eisenbet Mauerwerk, Stuttgart, 1921, S. 10 u. f., sowie in der unter Fußbemer S. 853 dieses Heftes genannten Schrift, S. 2 u. f.

[5]) Handbuch für Eisenbetonbau, 3. Aufl. 5. Bd., S. 31 u. f.

[6]) Vergl. seine zusammenfassende Mitteilung in der Tonindustrie 1924, S. 246 u. f.

[7]) Das Verfahren der österr. Normen ergibt um etwa $1/4$ höhere W das der deutschen, vergl. Z. Bd. 64 (1920) S. 475 und 476.

[8]) Portlandzement ist ein hydraulisches Bindemittel mit nicht als 1,7 Gewichtsteilen Kalk (CaO) auf 1 Gewichtsteil löslicher Kies (SiO_2) + Tonerde (Al_2O_3) + Eisenoxyd (F_2O_3), hergestellt durch feine Ze rung und innige Mischung der Rohstoffe, Brennen bis mindestens zur Si und Feinmahlung.

[9]) Vergl. die zusammenfassenden Darlegungen von Grün in d industriezeitung 1924, S. 249 u. f.

ıch heute noch große Bedeutung hat. Die zahlenmäßige Verılgung der Festigkeitseigenschaften der Kalziumaluminate hat ·stmals Otto Schott (1904) unternommen.

Die industrielle Verwertung der von diesen und andern ·orschern geschaffenen Erkenntnisse ist zuerst den Franzosen ·lungen. Sie nennen den neuen Zement „Ciment fondu", weil · nicht bloß durch Sinterung, wie beim Portlandzement, son-·rn durch Schmelzen gewonnen wird. Diese Bezeichnung er-heint nicht ausreichend treffend, denn wichtiger als die Neue-ıng der Schmelzung im Großbetrieb dürfte die Zusammen-tzung, der Anteil an Aluminaten sein, weshalb das neue Er-ugnis Kalziumaluminatzement oder Tonerdezement zu nennen in wird, wie dies schon von verschiedenen Seiten geschieht.

Zahlentafel 2 zeigt die chemische Zusammensetzung der ıutschen Portlandzemente, eines höherwertigen Portlandzementes ıs der Schweiz und eines französischen Tonerdezementes. Die ·esentlichen Unterschiede sind ohne weiteres zu erkennen.

Zahlentafel 2.

Zement	Kieselsäure SiO_2	Kalk CaO	Tonerde + Eisen $Al_2O_3 + F_2O_3$	hydraulischer Modul $\frac{CaO}{SiO_2 + Al_2O_3 + F_2O_3}$
·utschePortlandzemente (nach den Feststellungen im Laboratorium des Vereines Deutscher Portlandzementfabrikanten) i Jahr 1912 (102 Zemente) .	18,4 bis 25,2	58,7 bis 67,3	4,6 bis 8,7 bzw. 1,2 bis 5,0	1,8 bis 2,3
i Jahr 1921 (82 Zemente) . .	17,8 „ 23,9	59,0 „ 67,3	5,1 bis 8,8 bzw. 1,0 bis 3,8	1,8 „ 2,3
Schweizerischer Portlandzement für hohe Festigkeit aus der Fabrik Holderbank	21	64	8 + 3	2
Französischer Tonerdezement aus der Fabrik Lafarge in Mouters	rd. 10	rd. 40	rd. 40 + 10	0,7

Die Eigenschaften der chemischen Zusammensetzung des ·en Zements pflegen die Aufmerksamkeit der Zementverbrau-·r weniger zu erregen als Mitteilungen über seine außerordent-·en Festigkeitseigenschaften und über Erscheinungen, die bei d· Verarbeitung der neuen Zemente berücksichtigt werden ·ssen.

Zunächst sei hervorgehoben, daß der Tonerdezement nicht g·u ist wie die Portlandzemente, sondern nahezu schwarz. ·· Beton erhält damit ein viel dunkleres Aussehen, was n·ht immer willkommen sein wird.

Für die Verarbeitung ist u. a. wichtig, daß der Ton-·ezement so hergestellt werden kann, daß er nicht früher z· erhärten beginnt, als es die meisten Portlandzemente t·. Der Erhärtungsbeginn ist in der Materialprüfungs-a·talt Stuttgart nach rd. 4 bis 5 h, die Bindezeit zu 5 bis 8· beobachtet worden.

Für die Tonerdezemente ist nach den bisherigen Feststel-lungen kennzeichnend, daß sie nicht, wie die Portlandzemente allmählich die Festigkeit des Mörtels und des Betons steigern und noch nach mehreren Jahren, wenn auch langsam, Festigkeitssteigerungen des Betons hervorrufen[1]), sondern daß sie dem Beton seine Festigkeit im wesentlichen schon während des ersten Tages erteilen. Der Unterschied erhellt aus Abb. 2, gültig für Mörtel aus 1 Gewichtsteil Zement und 3 Gewichtsteilen Normalsand. Der ausgezogene Linienzug gilt für den Portlandzement „Dyckerhoff—Doppel", nach den Angaben von Rüth, während der strichpunktierte Linienzug aus eigenen Beobachtungen an schweizerischem Tonerdezement stammt. Der Tonerdezement lieferte hiernach bereits nach 1 Tag 534 kg/cm² Druckfestigkeit, in den folgenden 4 Wochen stieg die Festigkeit auf 660 kg/cm², also um $\frac{126}{534} \cdot 100 = 24$ vH. Der Portlandzement hatte im Alter von 2 Tagen 270 kg/cm², im Alter von 7 Tagen rd. 450 kg/cm² und im Alter von 28 Tagen 605 kg/cm² Druckfestigkeit; die Festigkeit stieg also vom 2. bis zum 28. Tage um $\frac{335}{270} \cdot 100 = 124$ vH; im Alter von 4 Wochen unterscheiden sich die beiden Zemente nicht bedeutend, das Wesentliche gegenüber dem bisherigen ist die rasche Anfangserhärtung des Tonerdezements. Wenn es gelingt, noch bessere Portlandzemente als den in Abb. 2 angegebenen zu liefern, etwa dem gestrichelten Linienzug der Abb. 2 folgend, so würde dies die Einführung des Tonerdezements noch mehr als jetzt erschweren, wenn lediglich die Festigkeit in Betracht kommt, es sei denn, daß Tonerdezemente mit noch höherer Festigkeit angeboten werden.

Da Tonerdezement z. Zt. noch viel teurer ist als Portlandzement, wird von Fall zu Fall zu erwägen sein, ob Tonerdezement oder Portlandzement oder Sonderportlandzement in Betracht kommt. Untersuchungen in der Art nach Abb. 2, durchgeführt mit den zur Verfügung stehenden Baustoffen, werden den Weg weisen. Damit entstehen Erfahrungszahlen, die der Auffindung der Beziehungen zwischen Normenfestigkeit und Betonfestigkeit dienen, was nach dem früher Gesagten als sehr wichtig bezeichnet werden muß. Nach den Ergebnissen eigener Versuche mit schweizerischem Tonerdezement hat sich auf diesem Weg u. a. gezeigt, daß der Einfluß des Wasserzusatzes weniger groß war als bei Portlandzement, wie aus Abb. 3 erhellt. Diese Feststellung erscheint besonders beachtenswert.

Als Eigenheit des Tonerdezements ist hervorzuheben, daß während der Erhärtung viel größere Temperaturerhöhungen als beim Portlandzement auftreten; inwieweit damit nachteilige und vorteilhafte Erscheinungen verbunden sind, bedarf weiterer Feststellungen. Damit im Zusammenhang stehen auch die an verschiedenen Stellen eingeleiteten Untersuchungen über die Raumänderungen (Schwinden, Quellen) von Beton mit Tonerdezement beim Erhärten, Austrocknen und Durchfeuchten.

Besonders gerühmt wird die Beständigkeit des erhärteten Tonerdezements gegen sulfathaltige Wässer[2]). Diese Eigenschaft des Tonerdezements, wie bereits erwähnt, schon von Fremy erwartet, hat für den Bauingenieur, der Industriebauten ausführt, in gewissen Grundwässern oder am Meer baut, große Bedeutung, weil die bislang angewandten Maßnahmen zum

[1]) Vergl. z. B. die in Fußbemerkung 4 S. 854 dieses Heftes bezeichnet Schrift, S. 21 u. f.
[2]) Vergl. Zimmermann, Zement, 1924, S. 195.

Abb. 2. Druckfestigkeit von Zementmörtel bei verschiedenem Alter der Probekörper.

Abb. 3. Beziehung zwischen dem Wassergehalt des frischen Zementbreies und der Druckfestigkeit des erhärteten Mörtels bei Verwendung von Tonerdezement.

Schutz des Betons gegen angreifende Wässer manchmal recht kostspielig sind, besondere Sorgfalt bei der Ausführung verlangen und nicht immer die gewünschte Wirkung haben.

Bei der Verarbeitung, Behandlung usf. erfordert der Tonerdezement besondre Umsicht. Hierzu müssen noch Erfahrungen gesammelt werden. In dieser Hinsicht wird selbstverständlich auch bei den höherwertigen Portlandzementen sorgfältigere Arbeit, weitergehende Kontrolle der Zementlieferungen, fortlaufender Nachweis der Betonfestigkeit u. a. m. angezeigt sein. Industrie und Versuchsanstalten werden mancherlei Feststellungen zu machen haben.

Fabriken zur Erzeugung des Tonerdezements sind z. Zt. nur im Ausland im Betrieb. Doch bemühen sich jetzt auch deutsche Chemiker und Ingenieure, Anlagen zur Erzeugung gleichwertiger deutscher Zemente zu schaffen.

Überblicken wir das Ganze, so tritt für den Zementverbraucher vor allem hervor, daß die Zemente durch die neuen Errungenschaften der Zementhersteller an Mannigfaltigkeit ganz außerordentlich gewonnen haben. Die Normenfestigkeit lie jetzt in den Grenzen von 250 bis etwa 750 kg/cm²; die Grenzwer unterscheiden sich also wie 1 : 3. Schon hieraus erhellt die No wendigkeit, daß bei der Abnahme und Prüfung der Zemente nic bloß eine untere Grenze wie bisher gelten kann. Der jetzi Stand der Entwicklung der Zementerzeugung wird bald in neu Leitsätzen zur Geltung kommen müssen, wobei auch daran denken sein wird, daß Deutschland vor dem Krieg bedeuten Zementmengen ins Ausland lieferte, und daß die inzwisch größer und leistungsfähiger gewordene Zementindustrie z wirtschaftlichen Ausnutzung ihrer Betriebe der Ausfuhrmöglic keit bedarf. Auch dazu ist es förderlich, wenn die Materi vorschriften für Zement für einen Teil der Erzeugnisse rec hoch gesetzt werden können, für den andern Teil immerhin s weit verschärft werden, wie die technischen Errungenschaften di ermöglichen, wozu schon die sachgemäße Ausnutzung der Bren stoffe führen sollte. Namhafte Vertreter der Zementindust unterstützen diese Bestrebungen. [B 465]

Eine Betonbogenbrücke von 205 m Spannweite.

Nachdem in Frankreich kürzlich die größte Spannweite einer Betonbogenbrücke mit 182 m ausgeführt worden ist[1]), wird dort eine noch weiter gespannte Eisenbeton-Bogenbrücke geplant, deren Ausführung allerdings erst in drei Jahren erfolgen soll. Die Brücke, Abb. 1 bis 3, soll in drei Bogen von 187 m, 194 m und 205 m von Mitte zu Mitte der Pfeiler mit Zufahrtbrücken von 129 m Länge auf jeder Seite die Seemündung des Flusses Elorn in der Bretagne überschreiten und Brest mit Plougastel verbinden.

Für die Schiffahrt ist eine freie Öffnung von 70 m Weite und 36 m Höhe vom Wasserspiegel bis zur Oberkante des Bogens der Hauptöffnung vorgesehen. Die Bögen von gleicher Bauart mit 140 m Halbmesser werden aus hohlen Rippen von rechteckigem Querschnitt gebildet.

Abb. 1 bis 3. Die geplante Eisenbeton-Bogenbrücke von 205 m Spannweite in der Bretagne.

Abb. 2 und 3.

Die Brücke erhält zwei Brückenbahnen übereinander, eine obere von 8 m Breite einschl. Fußwegen für Straßenverkehr und eine untere von 5,25 m Breite als Eisenbahnweg auf Schotterbettung. Sie soll an Stelle einer Fähre treten und wird einen Umweg von 20 km ersparen. Die überzuführende Eisenbahn soll den regelmäßigen Fracht- und Personenverkehr der französischen Westeisenbahn aufnehmen. Die Straße wird nach der Einteilung des „Bureau des Ponts et Chaussées" der dritten Größenordnung angehören. Die beiden Brückenpfeiler sollen auf Pfählen ruhen, die bis zum Granitfels hinabreichen.

Der Urheber des Entwurfes ist derselbe wie der der Betonbrücke bei St. Pierre du Vauvray in der Normandie, Freyssinet, auch die Bauausführung ist an dasselbe Unternehmen vergeben wie bei der genannten Brücke, die Entreprise Limousin Co. Auf die Ausschreibung waren drei Angebote in Eisenbauart und fünf in Eisenbetonbauart eingegangen. („Engg. News-Record", Bd. 92 (1924) Nr. 20.) [M 479] Bu.

Neue Bauweise eines Verteilstückes bei Druckrohrleitungen.

Bei dem Werk Big Creek[2]) Nr. 3. der Southern California Edison Co. endet der Zuleitungstunnel von 6,3 m Dmr. unmittelbar oberhalb des Kraftwerkes. In das letzte Ende des Tunnels hat man, um eine wasserdichte Verbindung mit 6 Druckrohren von je 2,26 m Dmr. zu erreichen, eine Stahlrohrleitung von 5,5 m l. W. eingebaut. Die großen Dur messer bei dem hohen Wasserdruck von rd. 60 m ließen es ratsam scheinen, von den gewöhnlichen, für kleinere Verhältnisse gebräu lichen Bauweisen ganz abzugehen.

Es wurde nach eingehenden Studien eine Bauart gewählt, die zwei Kugeln aus Blech von 7,3 m Dmr. besteht, die durch eine ku Rohrlänge von 4,56 m Dmr. miteinander verbunden sind, Abb. 4. Rohrleitung von 5,5 m Dmr. vom Tunnel und zwei Druckrohre von 2,2 Dmr. sind mit der einen Kugel verbunden, die übrigen Druckrohre mit anderen. Als Vorteile dieser Bauart vor allen anderen Vorschläg wird angegeben, daß die Kräfte bestimmt und leicht zu berechnen s und die Herstellung nicht schwierig ist. Die Kugel ist unter innen Druck in allen ihren Teilen einfachen Ringspannungen ausgesetzt, daß die Verstärkung einer Öffnung in der Kugelfläche einfach ist Vergleich zu der Aufnahme der um eine Öffnung in der Wand e Zylinders herum herrschenden verwickelten Spannungen. Für Kugel ist außerdem nur halb so starkes Blech erforderlich wie einen Zylinder gleichen Durchmessers. Der Verstärkungsring an Abzweigen ist nun nicht, wie gewöhnlich, an der Innenseite angeb was wegen der Schwierigkeit, der Verstärkung die Form der zu geben und Wasserdichtigkeit zu erreichen, unzweckmäßig ist, so an der Außenseite, und zwar in Richtung der Resultierenden au Ringspannung in der Kugel und dem hydrostatischen Druck in Querschnitt des Abzweiges, die stets rechtwinklig zu diesem ist abhängig von dem Verhältnis der Durchmesser der Kugel und der leitungen zueinander. [M 539]

Abb. 4. Verteilstück der Druckrohrleitung des Werks Big Creek Nr. 3.

[1]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 637. [2]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 788.

Über die stroboskopische Darstellung von Fliehkraftfehler-Wirkungen an Körpern mit senkrechter Welle.

Von Dr. H. Hort, Essen.

Eine Stroboskop-Versuchsanordnung und die damit erzielten Ergebnisse werden mitgeteilt. Es wird gezeigt, daß ein federnder Unterbau mit einseitig bevorzugten Federungsrichtungen die bei starrem Unterbau bestehenden, von den Fliehkraftfehlern bedingten Kreisbewegungen der umlaufenden Welle in elliptische bzw. ebene, „fremd- und eigenkritische" Schwingungen auflöst.

Versuchsanordnung.

Zur Klärung von Auswuchtfragen wurde folgende Versuchsanordnung benutzt, Abb. 1: Eine von Hand oder maschinell angetriebene Milchschleuder wird mit einem Zahnradvorgelege ausgerüstet, vermittels dessen eine Stroboskopscheibe über der Schleudertrommel in eine der Trommelumlaufzahl verhältnisgleiche Umdrehung versetzt wird. Das Übersetzungsverhältnis von Schleuder zu Scheibe ist 6 : 1, so daß sechs Löcher in der Scheibe eine stillstehende, einfache Ansicht von oben der umlaufenden Schleudertrommel ergeben würden. Es werden nun $4 \cdot 6 - 1 = 23$ Löcher angebracht. Infolgedessen erscheint das Bild der in Umdrehung versetzten Schleudertrommel im Stroboskop in vier nahezu gleichmäßig verteilten Stellungen eines Umlaufs und gleichzeitig langsam im Drehsinn umlaufend.

Abb. 1. Stroboskopbeobachtung des umlaufenden Körpers.
a Prüfkörper *b* Stroboskopscheibe *c* Mikroskop mit Fadenkreuz

Die stehende Schleuderwelle war sehr kräftig ausgeführt und in bekannter Weise in einem unteren Spurlager starr und in einem oberen Halslager nach allen Radialrichtungen gleichmäßig elastisch nachgiebig gelagert. Zum Vergleich wurde dann eine sehr dünne Welle mit starren unteren und oberen Lagern benutzt, bei der die Schleudertrommel durch eine Schwungscheibe ersetzt war, die einmal freiliegend über und das andere Mal doppeltgelagert zwischen den Lagern auf der Welle befestigt wurde. Hinsichtlich ihres Verhaltens in den kritischen Umlaufzahlen zeigte die starre Welle mit oberem, nach allen Radialrichtungen gleichmäßig elastischem Halslager dieselben Erscheinungen wie die dünne Welle in starren Lagern, so daß die beiden Anordnungen in diesen Zusammenhängen als gleichwertig anzusprechen sind. Das gleiche war der Fall für den freifliegenden und den zweifachgelagerten Prüfkörper.

Die stroboskopische Beobachtung erfolgte durch ein vorhandenes, für diesen Zweck gut geeignetes Mikroskop mit fester Marke im Gesichtsfeld, die auf die Mitte der stillstehenden Welle eingestellt wurde. Die Mitte war ebenso wie der in Richtung des exzentrischen Schwerpunktes laufende Halbmesser auf der oberen Stirnseite des Umlaufkörpers bzw. der Welle angezeichnet. (Die Schwerpunktexzentrizität wurde durch Anheften eines Zusatzgewichtes an die zentrierte Trommelmasse verwirklicht.)

Die Versuchsanordnung wurde einmal auf einer schweren, vollständig starren Richtplatte und dann auf der leichten Holzplatte eines Tisches bzw. auf dem freien Ende eines hochkant am andern Ende eingespannten Brettes befestigt. Der Tisch und das Brett stellten somit in verschiedenen Radialrichtungen verschieden nachgiebig federnde Unterlagen von verhältnismäßig geringer Masse dar.

Beobachtungen.

Wurde die Welle langsam in Umdrehung versetzt, dann beobachtete man beim Durchblicken durch die 23 Öffnungen der Stroboskopscheibe, daß die Wellenmitte durch die Fliehkraftwirkung aus der im Fadenkreuz liegenden Drehachse herausgebogen wurde und infolgedessen viermal gleichmäßig um die Mitte verteilt und langsam im Drehsinn umlaufend erschien. Vergl. hierzu Abb. 2. Bei niedrigen Umlaufzahlen bewegten sich die vier Wellenmittelpunktbilder auf einem Kreis (1) um die feste Marke im Mikroskop. Der auf der Stirnseite der Trommel eingezeichnete, in Richtung des exzentrischen Massenmittelpunktes laufende Halbmesser nimmt die durch den zunächst kleinen Voreilwinkel α_1 bezeichnete Lage ein, entsprechend einem Voreilen der Fliehkraftfehlerebene vor der Ausbiegungsebene.

Ist nun die Versuchsanordnung auf der starren Richtplatte befestigt, dann bleibt die Kreisbewegung auch bei beliebiger Steigerung der Umlaufzahl im wesentlichen ständig aufrechterhalten. Nur wird der Halbmesser des Kreises zunächst immer größer, ebenso der Voreilwinkel α_1. Da das Schleudergestell sehr kräftig gehalten ist, gibt es keine Veranlassung zu kritischen Störungen, ebensowenig wie die starre Grundplatte. Es kommen hier also nur die Eigenschwingungszahlen der dieser gleichwertigen Welle (bzw. des mit ihrer Schwungmasse belasteten oberen Halslagers) in Frage. Die dem entsprechenden Umlaufzahlen mögen als „eigenkritische" gekennzeichnet werden, weil die hier ursächliche Federwirkung in der Welle selbst bzw. in dem ihr für die vorliegenden Betrachtungen gleichwertigen oberen Halslager liegt. Wird also die Umlaufzahl gleich der untersten dieser Eigenschwingungszahlen, dann befindet sich das System in seinem untersten „eigenkritischen" Gebiet. Der Wellenkreis wird sehr groß, bleibt im übrigen aber im wesentlichen rund, nur erscheint er mehr oder weniger unruhig gestaltet. Der Voreilwinkel α ist gleich $\alpha_k = 90°$ geworden. Die bekannten stärkeren Geräusche der kritischen Umlaufzahl treten dabei auf.

Abb. 2. Stroboskopbild der Wellenausbiegung.

Wird die kritische Umlaufzahl überschritten, dann wird der Wellenmittenkreis schnell wieder kleiner und der Voreilwinkel $\alpha > 90°$. Entsprechende Erscheinungen wiederholen sich bei Annäherung der Umlaufzahl an die höheren Eigenschwingungszahlen der Welle, d. h. also an ihre höheren „eigenkritischen"

Umlaufzahlen. (Bei der Versuchsanordnung mit der doppelseitig auf dünner Welle gelagerten Schwungmasse konnten die beiden untersten eigenkritischen Umlaufzahlen nachgewiesen werden; sie lagen der Größenanordnung nach etwa bei 1200 und bei 4500 Uml./min.)

Ein wesentlich anderes Bild zeigt nun das Stroboskop bei Befestigung der Versuchsanordnung auf den oben erwähnten, federnden Unterlagen, etwa auf der Platte des Holztisches. Bei dieser Anordnung bestehen zunächst außer den den Eigenschwingungszahlen der Welle auf starrer Grundplatte entsprechenden „eigenkritischen" Umlaufzahlen noch andre, ebenfalls als kritische zu bezeichnende Umlaufzahlen, welche jeweils den vorhandenen Eigenschwingungszahlen des aus der in bestimmter Richtung federnden Tischplatte und aus der Welle nebst Schwungmasse mit Lagerungsgehäuse bestehenden Systems entsprechen. Diese kritischen Umlaufzahlen mögen als „fremdkritische" bezeichnet werden, weil ihre ursächliche Federwirkung in der Tischplatte, also außerhalb der Welle des Umlaufkörpers liegt. Derartige Eigenschwingungszahlen bestanden bei der benutzten Versuchsanordnung in größerer Anzahl; sie machten sich sowohl unter als auch über der untersten eigenkritischen Umlaufzahl bemerkbar. Für jede dieser Eigenschwingungszahlen bestand somit auch jeweils eine bevorzugte Schwingrichtung in einer Ebene durch die Welle. Diese Schwingrichtung zeichnete sich durch größte Ausschläge des Prüfkörpers in ihr aus (Ebene der größten „Federungswirkung").

Bei niederen, unter den tiefsten kritischen Schwingungszahlen liegenden Umlaufzahlen zeigt das Stroboskop das gleiche Bild des Wellenmittenkreises wie auf der starren Richtplatte, das heißt die Tischplatte erscheint starr. Steigt aber die Umlaufzahl bis nahe an die unterste, also beispielsweise „fremdkritische" Umlaufzahl, dann geht die Kreisbewegung der Wellenmitte in eine elliptische über, Kurven 2, 3, Voreilwinkel α_2, α_3. Diese Bewegung kann in der kritischen Umlaufzahl selbst und bei genügend großer Massenexzentrizität zu einer geradlinigen Schwingbewegung werden, Abb. 2, Voreilwinkel $\alpha_k \sim 90°$. Hier sieht man den in den Endpunkten der geraden Schwingung der Wellenmitte senkrecht zur Schwingungsebene stehenden Exzentrizitätshalbmesser ($\alpha = 90°$) als schnell um die Endpunkte umlaufenden Strahl, was durch die dreifachen strahlenförmigen Einzeichnungen des Halbmessers und einen Kreispfeil angedeutet sein möge.

Die Längsachsen dieser elliptischen bzw. geradlinigen Schwingbewegungen laufen nun im Stroboskopbild nicht mit um, woraus folgt, daß diese Richtungen im Raume festliegen. Sie fallen ungefähr mit den Richtungen der größten „zugehörigen" Ausschläge bzw. Federwirkungen der Umgebung zusammen und fallen für verschiedene Umlaufzahlen ganz verschieden aus. Bei einem Auslaufversuch, bei dem die kritischen Umlaufzahlen sich meist über einen größeren Bereich der Umlaufzahlen ausbreiten, dreht sich die Längsachse der kritischen Schwingbewegungen während des Durchlaufens des kritischen Bereiches allgemein langsam um einen Winkel von 30 bis 90° wagrecht im Raume (bei stehender Welle gemäß der Versuchsanordnung).

Dieses Drehen der Längsachse dürfte wohl der Änderung der Richtung der größten Federungswirkung der benutzten Tischplatte mit der sich ändernden Eigenschwingungs- bzw. Umlaufzahl entsprechen.

Über der „fremdkritischen" Umlaufzahl nähert sich die elliptische Schwingung meist schnell wieder der Kreisbewegung, und es treten zunächst wieder entsprechende Erscheinungen auf wie auf starrer Grundplatte. Da die unterste eigenkritische Umlaufzahl bei dem behandelten Beispiel noch nicht erreicht ist, ist der Wellenmittenkreis etwas größer als unterhalb der eben durchschrittenen fremdkritischen Umlaufzahl, ebenso ist der Voreilwinkel etwas größer als α_1.

Die nächst höhere kritische Umlaufzahl möge der untersten Eigenschwingungszahl der Welle entsprechen, also die unterste „eigenkritische" Umlaufzahl selbst sein. Dann gehen die Ausbiegungskreise bei Annäherung an diese Umlaufzahl ebenfalls in eine elliptische und unter Umständen schließlich in eine geradlinige Schwingbewegung über, wobei wieder $\alpha_k = 90°$ wird. Das stroboskopische Bild ist also ähnlich Abb. 2. Die Richtung der Ellipsenlängsachse fällt nun allgemein hier nicht in die Richtung der größten Federungswirkung des Unterbaues für die vorbeschriebene fremdkritische Ellipsenbewegung, sondern in eine andere u. U. senkrecht dazu stehende Richtung, die ihrerseits wieder die Eigenschaft hat, daß die Ellipsenlängsachse der eigenkritischen Bewegung bei den gegebenen Federungs- und Massenverhältnissen wieder einen Größtwert annimmt (vergl. auch V. Blaess, Maschinenbau 1923, Heft 24/25). Wird die unterste „eigenkritische" Umlaufzahl überschritten, dann nähert sich die elliptische Schwingbewegung wieder einer kleiner u kleiner werdenden Kreisbewegung (Kurve 2 und 1), wo jedoch der Voreilwinkel $\alpha_1' > 90°$ wird. Bei immer wei gesteigerter Umlaufzahl wird der Kreis (1) immer eng sein Halbmesser nähert sich dem Grenzwert der Schw punktexzentrizität, es tritt die bekannte Selbstzentrierung ein, u der Schwerpunkt nähert sich dabei der Fadenkreuzmi ($\alpha \sim 180°$). (Näheres siehe unten, Abb. 3 bis 8.)

Entsprechende Erscheinungen wiederholen sich bei d höheren fremdkritischen und eigenkritischen Umlaufzahlen. (Ül die Art der Wellendurchbiegungen bei den verschiedenen eig kritischen Umlaufzahlen der Welle vergl. Maschinenbau 19 Heft 25/26 S. 997.)

Würde die obere, nach allen Radialrichtungen gleichmä elastische Halslagerung der starren Schleuderwelle durch eine den einzelnen Umlaufzahlen irgendwie etwas einseitig schwingen Lagerung ersetzt, dann ergeben sich auch hier auf starr Richtplatte die elliptischen Wellenbewegungen, weil nach A nahme bevorzugte Radialrichtungen größter Federungswirkung und Ausschläge bestehen.

Abb. 3 bis 8. Darstellungen in der senkrecht zur Drehachse gelegenen Schwerpunktebene.

Bemerkungen zu den Beobachtungen.

Die beobachteten Wellenschwingungen waren allgemein auß ordentlich verschieden, je nachdem kleinere Veränderungen den Unterbauten usw. vorgenommen wurden. So stellten sich legentlich statt der geradlinigen Schwingungen solche über Dreieck und auch gelegentlich über ein Viereck hinweg ein. wesentlichen wurden jedoch die im Vorstehenden beschrieben Bewegungen beobachtet.

Das stroboskopische Bild der Wellenbewegung auf starr Richtplatte stimmt im allgemeinen mit dem theoretisch zu wartenden Verhalten der Welle überein, das in den Abbildung 3 bis 8 wiedergegeben ist. O ist hier der stehenbleibende Ort Drehachse, A der Mittelpunkt des Wellenquerschnittes, in d der Gesamtschwerpunkt S des Umlaufkörpers mit der für $\omega =$ bestehenden Exzentrizität $e = A_0S_0$ liegt. $y = OA$ ist die Dur biegung der Welle im Punkte A infolge der Fliehkraftwirku $r = OS$ ist die jeweilig aus e und y resultierende Schwerpun exzentrizität, α der „Voreilwinkel" zwischen der Fliehkraftfeh ebene AS und der Durchbiegungsebene OA.

In Abb. 8 ist das Wandern der Punkte A und S gemäß d Abb. 3 bis 7 zusammengestellt, wobei die Werte y wieder von aus nach rechts aufgetragen sind: A wandert mit wachsendem von 0 wagerecht nach rechts bis A_k und zurück bis A_∞. S wa dert längs der ausgezogenen Kurve in der Pfeilrichtung von nach S_k und zurück nach S_∞. Für $\omega = \infty$ haben S und A ih ursprünglichen, für $\omega = 0$ bestehenden Orte gegenseitig v tauscht ($\alpha = 180°$).

Zu jedem Wert $y \gtrless y_k$ gehören zwei verschiedene, möglic Lagen von e, deren eine $\omega < \omega_k$, deren andere $\omega > \omega_k$ entspric Diese Überlegung läßt erkennen, daß das Gebiet von ω_k ein labilen Charakter trägt. Es wird praktisch sehr schwer se, ω genau gleich ω_k zu machen, besonders beim Fehlen einer st keren dämpfenden Reibung.

y ist in allen Bildern der Übersichtlichkeit wegen nach rec gerichtet gezeichnet; tatsächlich läuft jedes Bild natürlich e sprechend der Winkelgeschwindigkeit ω um den Punkt O heru Dieser Umlauf erfolgt also auf starren Unterbauten stän

allen Umlaufzahlen in Kreislinien. Auf elastischen erbauten wird er dagegen in jeder fremd- oder eigenkritischen laufzahl in elliptische Kurven aufgelöst.

Es gilt

$$y = e \frac{\omega^2}{\omega_k^2 - \omega^2}, \quad r = e \frac{\omega_k^2}{\omega_k^2 - \omega^2}.$$

rbei ist $\omega_k = \sqrt{\frac{c}{M}}$ für bestimmte Werte von c und M ebenfalls bestimmter Wert. Für $\omega = \omega_k$ gilt

$$y = y_k = \infty.$$

Diese Beziehung wird nun von der Praxis im allgemeinen it bestätigt, sondern y_k bleibt endlich, und es tritt der Fall der . 2 bzw. 5 ein. Man erklärt sich diesen Widerspruch zwischen mel und Wirklichkeit durch Reibungsdämpfung. Verfasser t auf Grund der beschriebenen Beobachtungen einen Hauptnd für das Endlichbleiben von y_k sowohl für starre als nders auch für elastische Lagerung des Rotors darin, daß es lge des labilen Charakters der kritischen Umlaufzahl n_k tisch unmöglich ist, die Umlaufzahl n ständig genau auf dem rte n_k zu halten. Vielmehr pendelt n dabei um den Wert n_k und ab, wie die Versuche deutlich erkennen ließen. Bei einer nen Abweichung von n unter oder über n_k erhalten wir aber eich endliche Werte y_1 oder y_2, Abb. 8. Es ist also gar nicht nügend Zeit" vorhanden für das Wachsen von y_k auf den theoschen Wert ∞, vorausgesetzt natürlich, daß der Fliehkrafter nicht an sich unzulässig groß ist.

In stark erhöhtem Maße treten nun diese Wirkungen bei den psenbewegungen auf den in bestimmten bevorzugten Richzen federnden Unterbauten in die Erscheinung. Hier schwankt Umlaufgeschwindigkeit während jedes Umlaufs schen einem Größt- und einem Kleinstwert auf und ab, so daß die kritische Umlaufgeschwindigkeit, sobald sie erreicht ist, während kurzer Bruchteile der Umlaufzeit wirklich einlten wird. Liegt z. B. der Fall der geradlinigen kritischen wingbewegung vor, dann schwankt y_k zwischen 0 und y_{max}. chzeitig schwankt ω_k zwischen ω_{max} und ω_{min}. Beispielsse möge ω dicht unter ω_k liegen und y_{min} sich bei ebener wingung entsprechend Abb. 2 im Verlauf einer Umdrehung auf 0 einstellen. Dann steigt ω gleichzeitig und es wird u. U. bergehend $\omega > \omega k$ erreicht. Dann vermag der Antrieb u. U. bereits ständig über ω_k zu halten, d. h. ω_k ist bereits endig überschritten.

Die im umlaufenden Körper aufgespeicherte Energie elt dabei zwischen den Formen der Umlauf- und Schwings- sowie der elastischen Spannungsenergie hin und her. wechseln die größten Zug- bzw. Druckspannungen in den elnen Fasern der durchgebogenen Welle zwischen $+ \sigma_{max}$ bis w. $- \sigma_{max}$ bis 0, aber niemals zwischen negativen und positiven ten. Gelegentlich bewirkten die Geschwindigkeits-Schwankune bei Antrieb direkt unterhalb der untersten eigenkritischen Umzahl, daß das langsame Wandern der Schwingebene — statt wie beim Auslaufversuch 30 bis 90° (vergl. S. 855) — u. U. 360° betrug und somit scheinbar ununterbrochen gleichmäßig um die Drehachse erfolgte. (Diese Bewegungen konnten übrigens ohne Stroboskop mit bloßem Auge beobachtet werden.)

Die vorstehenden Darlegungen veranschaulichen die von Stodola — A. Stodola, Dampfturbinen, 4. Auflage, Kap. 162 — erörterte Erscheinung, wonach federnde Fundamente das Durchfahren der eigenkritischen Wellenschwingungen erleichtern. So ergaben die Versuche an der stehenden Welle, daß der Antrieb bei einer gewissen Größe des Fliehkraftfehlers nicht imstande war, die Welle über die eigenkritischen Umlaufzahlen hinüberzubringen, solange die Vorrichtung auf starrer Richtplatte befestigt war, während der Antrieb dieses bei Lagerung auf federndem Unterbau ohne weiteres ermöglichte.

Ferner erläutern die Darlegungen den in Maschinenbau 1923, Heft 25/26, S. 997, erste Spalte, geschilderten Zusammenhang der Wellenschwingungen mit den Fliehkraftfehlern (Einzelkraft- und Kräftepaarfehler).

Zur Veranschaulichung des Zustandekommens der elliptischen Wellenumlaufbewegungen auf federnder Unterlage dienen zweckmäßig nachstehende Betrachtungen:

Die durch die fremdkritischen Schwingungen ausgelösten elliptischen bzw. geradlinigen Wellenumlaufbewegungen werden der Welle durch die Federwirkung der kritischschwingenden Unterlagen unmittelbar aufgezwungen, wobei diese Schwingungen natürlich durch die als „Kraftwechselzahlen" wirkenden Fliehkraftfehler des Umlaufkörpers in bekannter Weise hervorgerufen werden.

Die mit den eigenkritischen Wellenumlaufzahlen zusammenfallenden, elliptischen bzw. geradlinigen Wellenumlaufbewegungen entsprechen naturgemäß den betreffenden harmonischen Schwingungen der Welle. Sie kommen dadurch zustande, daß die umlaufenden Fliehkraftfelder während jedes Umlaufes auf periodisch sich ändernde Widerstände der in verschiedenen Radialrichtungen verschieden stark federnd nachgebenden Umgebung treffen und dadurch in den verschiedenen Richtungen verschieden starke Rückstoßwirkungen bedingen, welche dann die Wellenkreisbewegungen in die elliptischen bzw. geradlinigen Wellenbewegungen mit den den bestehenden Feder- und Massenverhältnissen entsprechenden größten Ausschlägen auflösen. So erklärt sich auch die oben bereits erwähnte Beobachtung, daß die Längsachse dieser Ellipsen allgemein nicht mit der Richtung der größten Federungswirkung der fremdkritischen Umlaufzahlen zusammenfallen.

Den fremd- und eigenkritischen Wellenbewegungen entspricht selbstverständlich jeweils eine unter den gegebenen Verhältnissen größtmögliche Stabilität.

Es sei in diesem Zusammenhang noch darauf hingewiesen, daß die beschriebenen elliptischen Schwingungen nebst damit verbundenen Umlaufgeschwindigkeitsschwankungen unter Umständen zu Torsionsschwingungen der Wellen Anlaß geben können, sobald beispielsweise ein Teil der umlaufenden Massen in einem Schwingungsbauch, der andere in einem Schwingungsknoten der Welle liegt. [B 348]

[M]eßvorrichtung zum Aufzeichnen kurz dauernder Überspannungswellen.

Der von J. F. Peters entworfene „Klydonograph"[1]) beruht [a]uf den schon im Jahre 1777 von Lichtenburg zur Darstellung el[ektris]chten Entladungserscheinungen zwischen Leydener Flaschen und [e]in Platte, die zwischen die Elektroden und die Erdleitung eingeschaltet [w]ar und mit einem leichten Pulver bestreut wurde. Im Jahre 1888 ersetzte [B]rwn die isolierte Platte durch eine photographische, auf der die [Bi]lder deutlich sichtbar wurden.

Die ursprüngliche Meßvorrichtung besteht daher lediglich aus einer [z]wischen die Elektrode und eine geerdete Metallplatte eingeschalteten [pho]tographischen Platte, an die eine bestimmte Spannung angelegt [w]ir[d]. Zeigt die gleichgerichtete oder wechselnde Spannung eine steile [W]ellenstirn oder eine abgeflachte Form, so wird das photographische [B]il[d] je nach der Polarität der Welle, entsprechend verändert. Eine [W]ellenstirn von 5 Mikrosekunden Zeitdauer braucht 5×10^{-6} s zum [v]oll[en] Spannungsanstieg, entsprechend einer Wellenlänge von 1,6 km. [D]er Durchmesser des Bildes gibt zugleich die Stärke der Überspan[n]u[ngs]welle an, die jedoch bei positiver Polarität bedeutend stärker [is]t [al]s bei negativer. Um die Dauer der Entladungen genauer zu überprüfen, wählte man eine Meßanordnung, bei der als Wellenerzeuger ein Kondensator mit Kugelfunkenstrecke diente, an den zwei Luftleiter von gleicher oder verschiedener Länge, a und b in Abb. 1, angeschlossen waren. Diese waren mit zwei scheibenförmigen Elektroden verbunden, die mit der photographischen Platte in Berührung standen; aus den erhaltenen Bildern konnte leicht ein Rückschluß auf die Art und die Dauer der Entladung gemacht werden.

Die Steilheit der Wellenfront konnte mittels Gegenschaltung zweier Meßgeräte über einen geerdeten induktiven Widerstand leicht beobachtet werden; die induzierte Spannung war dabei ein Maß der Steilheit der Wellenstirn, ihrer Stärke, Polarität und Bewegungsrichtung. Ist die Polarität beider Abbildungen die gleiche, so hängt die Bewegungsrichtung der Welle nur von der Schaltung der Meßgeräte ab; bei verschiedener Polarität ist die Wellenrichtung entgegengesetzt der früheren und von der beobachteten Spannungshöhe abhängig. [M 448] Rb.

Abb. 1 und 2. Versuchsanordnung zum Messen kurz dauernder Überspannungswellen.

[1]) Vgl. „Electrical World" Bd. 83 (1924) Nr. 16 S. 769.

RUNDSCHAU.

Dampfkraftanlagen.

AEG-Grenz-Turbinen von 3000 Uml./min.

Ein bemerkenswertes Kennzeichen in der Entwicklung der Dampfturbinen ist das Bestreben nach Verbilligung, das vor allem in der Steigerung der größten Leistung der für 3000 Uml./min gebauten Einheiten zum Ausdruck kommt. Während im Jahre 1916 Einheiten mit Leistungen über 7500 kVA überhaupt noch nicht in Betrieb waren, ist später der Bau der großen Typen derart bevorzugt worden, daß zurzeit Einheiten bis 16000 kVA fast ausnahmslos nur noch für 3000 Uml./min gebaut werden und größere Maschinen bis 20000 kVA als normal anzusehen sind, wobei sowohl Turbine wie Stromerzeuger nur aus einer Einheit bestehen. Die Vorteile der hohen Umlaufzahlen liegen weniger in einer besseren Wärmeausnutzung, da der thermodynamische Wirkungsgrad bei richtiger Ausgestaltung aller dampfführenden Teile angenähert auf gleicher Höhe gehalten werden kann, als in einer günstigeren Ausnutzung der Baustoffe, was sich in geringeren Gewichten und Preisen bemerkbar macht.

Eine Einheit mit 300 Uml./min von besonders großer Leistung wurde von der AEG für das Elektrizitätswerk Haag gebaut. Sie ist bemessen für 16 000 kW normale Leistung bei $\cos\varphi = 0{,}8$ und ist dauernd überlastbar auf 24 000 kW, Abb. 1. Die Maschine ist vor einem halben Jahre in Betrieb gekommen und hat seitdem allen Ansprüchen an Betriebsicherheit und Wirtschaftlichkeit genügen können.

Der Dampfteil, Abb. 2, entspricht in allen wesentlichen Teilen der üblichen Ausführung der AEG-Eingehäusemaschinen und enthält eine Welle mit einem Curtisrad für zwei Geschwindigkeitsstufen, drei einzelnen Gleichdruckrädern und vier mit geringer Reaktanz arbeitenden Verbundrädern, von denen je zwei parallel geschaltet sind. Da jedes der Räder dieser letzten Gruppe nur durch die halbe Dampfmenge beaufschlagt wird, können die Schaufellängen bei günstiger Umlaufgeschwindigkeit verhältnismäßig k gehalten werden, so daß im Verein mit den kleinen Dampfgeschwin keiten die Auslaßverluste sehr klein ausfallen.

Der mit der Turbine starr gekuppelte Stromerzeuger ist 3150 V Spannung gebaut. Auch sein Aufbau entspricht der üblic AEG-Bauart, die weitgehende Sicherheit gegen Schäden durch Ül drehzahlen oder Kurzschluß bietet. Das Polrad besteht hie aus einem massiven Kern von verhältnismäßig kleinem äuße Durchmesser, in den die Nuten für die Halteprismen der Spulen

Abb. 1. Ansicht der Turbodynamo.

gefräst werden. Die Spulen bestehen hartgepreßten isolierten Kupferbändern werden durch Bronze- oder Eisenkeile in Nuten zwischen den Prismen befestigt. Wickelköpfe werden durch Drahtbandan gehalten.

Die für die Kühlung des Polrades erfor liche Luftmenge wird durch das Polrad se angesaugt, während dem Ständer die durch zwei auf den Polradenden angebra Lüfter zugedrückt wird.

Die Kondensationsanlage besteht aus Oberflächenkondensatoren von je 150 Kühlfläche; jeder davon enthält einen P pensatz aus einer Kreiselpumpe, einer Sch derluft- und einer Kondensatpumpe. diesen wird die eine Einheit durch ei

Abb. 2. Schnitt durch die Dampfturbine von 16 000 kW bei 3000 Uml./min.

ktromotor und die zweite durch eine kleine Dampfturbine angetrieben.

Für den Dampfverbrauch war für Frischdampf von 13,5 at Überdruck und 350 °C bei 15 °C Kühlwassertemperatur einschl. Erregung und Kondensationsbedarf zugesichert worden:

1/1	3/4	1/2 Last
4,85	4,99	5,2 kg/kWh

Bei den Abnahmeversuchen wurden die Garantiewerte bei allen Belastungen zum Teil erheblich unterschritten. Beachtenswert ist vor allen Dingen der äußerst flache Verlauf der Verbrauchskurve, der dem Werk einen sehr sparsamen Betrieb auch bei Teillasten ermöglicht.

Mit der beschriebenen Bauart ist die Entwicklung der Maschinen für 3000 Uml./min noch nicht zum Abschluß gebracht. Weitere Leistungssteigerungen unter Beibehaltung der bisherigen Sicherheitsgrade sind noch möglich. Zur Erzielung besserer Wärmeausnutzung wird man jedoch, vor allem bei höheren Dampfdrücken, dampfseitig noch mancherlei Änderungen vornehmen und zur vielstufigen Turbine in Verbindung mit mehreren Gehäusen übergehen. [M 296]

Berlin. Dr.-Ing. Thielsch.

Wasserstrahl-Luftpumpen mit Trennung der Druckwassererzeugung.

Bei den Wasserstrahl-Luftpumpen, die bekanntlich auf dem Injektorgrundsatz beruhen, unterscheidet man zwei Bauarten; bei der einen reißt ein dauernd durch eine Düse strömender Wasserstrahl die Luft in dem Ejektor mit sich, während bei der zweiten Art der Wasserstrahl durch geeignete Vorrichtungen schnell unterbrochen, also in kurzen Zeitabschnitten aussetzend aus einer Düse oder ähnlichen Vorrichtung austritt, und beim Durchströmen durch einen Ejektor die Luftmengen mit sich reißt. Die Wasserstrahl-Luftpumpen der ersten Bauart haben, bezogen auf isothermische Kompression der angesaugten Luftmenge, rd. 7 vH Gesamtwirkungsgrad. Der Wirkungsgrad der Luftpumpen der zweiten Bauart mit unterteiltem, also aussetzendem Wasserstrahl ist etwas günstiger, beträgt aber auch nur 11 vH, bezogen auf isothermische Kompression der angesaugten Luftmenge.

Wenn dennoch trotz dieses schlechten Wirkungsgrades die rotierenden Luftpumpen gegenüber den alten Kolbenluftpumpen mit Schieber oder Ventilsteuerung, die rd. 40 vH Wirkungsgrad ergeben, sich in der Praxis durchzusetzen vermochten, so lag der Grund hierfür hauptsächlich darin, daß bei vielen Anwendungszweigen der rotierenden Luftpumpen nicht reine trockene Luft, sondern ein Dampfluftgemisch oder Brüden, so insbesondere bei allen Dampfkondensationsanlagen sowie bei allen Vakuum-Verdampfanlagen in der chemischen und Zuckerindustrie, abzusaugen sind und daß diese oft 50 vH der Luftmenge betragenden Dämpfe durch die Wassergarben sofort kondensiert werden. Die rotierende Luftpumpe ermöglicht weiterhin wesentliche maschinelle Vereinfachungen, da sie nur ein Drittel bis ein Viertel des Gewichtes der Kolbenluftpumpe gleicher Leistung besitzt.

Nachdem der Verfasser durch Versuche festgestellt hatte, daß der Wirkungsgrad einer rotierenden Luftpumpe der zweiten Bauart dadurch erhöht werden kann, daß eine Trennung der Druckwassererzeugung und Unterteilung vorgenommen wird, Abb. 3, hat er diesen Grundsatz weiter ausgebaut. Im nachstehenden werden nun Abbildungen und Schnittzeichnungen von rotierenden Luftpumpen nebst einer Kurve der angesaugten Luftmenge gezeigt, bei denen die spezifisch angesaugten Luftmengen, also der Gesamtwirkungsgrad, dadurch nicht unwesentlich erhöht sind, daß der Druckwasserstrahl durch einen mit hohem Wirkungsgrad arbeitenden Pumpenkreisel erzeugt und durch ein teilweise beaufschlagtes Schleuderrad unterteilt wird.

Bei Kondensationsanlagen, wo immer eine Kühlwasserpumpe bzw. eine Einspritzwasserpumpe vorhanden ist, kann man nach diesem Grundsatz die Luftpumpe zu einem Teil der Kühlwasserpumpe gestalten; man erspart dadurch eine besondere Welle sowie zwei Lager und zwei Gehäusedeckel für die Luftpumpe. Durch Verwirklichung dieses Gedankens wird somit der mechanische Aufbau der Pumpen wesentlich vereinfacht.

Abb. 4 und 5 zeigen eine solche vereinigte Kühlwasser-Luftpumpe für eine Abdampfmenge von 30 t/h, die für Dampfturbinenantrieb von 1800 bis bis 2000 Uml./min eingerichtet ist. Zur Bewältigung der großen Wassermenge von rd. 2000 m³/h bei der hohen Drehzahl und der geringen Förderhöhe von nur 8 bis 10 m dienen drei parallel geschaltete Kühlwasserkreisel. Abb. 5 läßt deutlich den Kanal erkennen, der von dem Druckraum der Kühlwasserpumpe zur Luftpumpe führt. Abb. 4 läßt weiter erkennen, daß die Luftpumpe nur etwa ein Drittel so lang wie die Kühlwasserpumpe ist.

Anlagen mit solchen vereinigten Kühlwasser-Luftpumpen sind ausgeführt von den Bergmann Elektricitäts-Werken, Berlin, der Aschersleben er Maschinenbau Akt.-Ges. und anderen für die Leuna-Werke, Kreis Merseburg, für die Berginspektion Saarbrücken, für die von Donnersmarck-Hüttenwerke, für das städtische Elektrizitätswerk Weißensee bei Berlin und für die Administration des Mines de la Sarre. Die Pum-

Abb. 3. Vergleich der angesaugten Luftmengen von
A rotierender Luftpumpe mit Trennung,
B „ „ ohne „

Abb. 4 und 5. Vereinigte Kühlwasser-Luftpumpe.

Abb. 6 und 7. Rotierende Wasserstrahl-Luftpumpe.

pen entsprechen den hohen Anforderungen, die bei Dampfturbinen-Kondensationsanlagen gestellt werden. Die amtliche Abnahmeprüfung einer solchen Anlage ergab bei Vollast der Turbine 96,4 vH Luftleere am Turbinenstutzen.

Für die Fälle, bei denen nur eine rotierende Luftpumpe gebraucht wird, also insbesondere für chemische Fabriken, Papierfabriken und dergl. ist die Pumpe nach vorliegendem Verfahren so ausgebildet, daß ein kleiner voll beaufschlagter Pumpenkreisel das Umlaufwasser auf Druck bringt, das in einem feststehenden Ringkanal dem teilweise beaufschlagten Schleuderrade zugeführt wird, so daß dieses den Wasserstrahl in einzelne Garben zerteilt, welche die Luftmengen ansaugen und verdichten. Abb. 6 und 7 zeigen die Pumpe im Auf- und Seitenriß.
[M 344] Dipl.-Ing. Eduard Sommer, Charlottenburg.

Elektrotechnik.

Elektrische Stoßprüfung von Hochspannungs-Isolatoren.

Vor dem Einbau in das Netz werden die Hochspannungs-Isalatoren in den Prüffeldern der Elektro-Porzellanfabriken einer sorgfältigen elektrischen Prüfung unterzogen, für die der Verband Deutscher Elektrotechniker genaue Vorschriften aufgestellt hat. Wenn auch Hochspannungsanlagen daher in jeder Hinsicht gegen Überspannungen mit Betriebsfrequenz gesichert sind, so können sie unter Umständen doch durch Überspannungen hochfrequenten Charakters, also z. B. durch atmosphärische Entladungen, Schaltwellen, Erd- oder Kurzschlüsse und dergl., beschädigt werden. Diese Möglichkeit liegt besonders dann vor, wenn derartige Überspannungen als Spannungsstöße in Form von elektrischen Wellen mit steiler Stirn auftreten, deren erster Anstieg bereits den Höchstwert der Spannung erreicht. Für Hochspannungsanlagen, die in dieser Weise besonders gefährdet erscheinen, wird neuerdings bisweilen eine Prüfung mit Stoßspannung gefordert in der Annahme, daß hierdurch alle unsicheren Isolatoren ausgeschieden würden. In Wirklichkeit kann jedoch, wie wir einer vor kurzem erschienenen Arbeit von Dr.-Ing. E. Marx[1]) entnehmen, die elektrische Stoßprüfung zwar die Wechselstromprüfung nicht ersetzen, wohl aber kan sie in geigneten Fällen eine gute Ergänzur zu ihr bilden.

Über die Bewährung der Stoßprüfung der Praxis ist bisher nur sehr wenig ve öffentlicht worden. Abgesehen hiervon ve dient die genannte Arbeit, die die Erfahru gen mit der Stoßprüfung in einer unser führenden Elektro-Porzellanfabriken wiede gibt, auch deshalb allgemeine Beachtung, we die daraus entwickelten Richtlinien de V. D. E. als Grundlage für eine spätere No mung der Prüfbestimmungen eingereicht wo den sind. Ohne auf Einzelheiten einzugehe seien deshalb die wichtigsten Ergebnis nachstehend kurz mitgeteilt.

Zur Erzeugung der Spannungsstöße werd am zweckmäßigsten mit Gleichstrom aufg ladene Kondensatoren verwandt, die dur Funkenstrecken plötzlich an den zu prüfe den Isolator gelegt werden. Durch en sprechende Schaltungen, hinsichtlich der auf die umfassende Arbeit von Prof. Toepler verwiesen sei, können mit verhältnismäß niedrigen Gleichspannungen sehr hohe Spa nungsstöße erzielt werden. Eine nach diese Gesichtspunkten gebaute Anlage für die Ma senprüfung von Isolatoren ist in Abb. 8 da gestellt. Die reichlich voneinander entfer und gut isoliert aufgestellten Isolatoren we den mittels eines Drehgestelles an zwei feste, die Spannungsstöße au teilende Elektroden herangeführt, wobei sich die Spannungszuleitung selbsttätig an den zu prüfenden Isolator anlegen. Die Isolatoren müsse während der Prüfung dauernd beobachtet werden, da oft an der A des Überschlages nicht zu hören ist, ob ein Durchschlag erfolgt i Die Abb. 9 und 10 geben Überschläge an einem Kugelkopf-Abspan isolator bei der Wechselstrom- und der elektrischen Stoßprüfung wied und lassen die Verschiedenartigkeit des elektrischen Feldes bei beid Prüfungen deutlich erkennen. Bei dem Stoßüberschlag kriecht d Lichtbogen trotz der außerordentlich kurzen Zeit, in der er sich au bildet, förmlich in alle Vertiefungen der Isolatoroberfläche hinein. I folge dieses „Absuchens" treten Durchschläge auch an Stellen auf, d bei der Wechselstromprüfung fast gar nicht beansprucht werden.

Hinsichtlich des Einflusses der Steilheit der Wellenstirn und d Höhe der Prüfspannung haben sehr zahlreiche Versuche ergeben, d die Durchschlagfestigkeit der Isolatoren gegenüber sehr raschen Spa nungsanstiegen praktisch nicht niedriger liegt als bei langsamem Spa nungsanstieg, wobei vorausgesetzt ist, daß der erreichte Spannung höchstwert in beiden Fällen gleich ist. Den wesentlichsten Einfluß a die Schärfe der Prüfung übt in jedem Fall die Höhe der Spannung au die bei der Prüfung am Isolator auftritt. Da zur Erzeugung ein hohen Prüfspannung ein steiler Spannungsanstieg nötig ist, trägt ande seits diese Steilheit mittelbar zur Verschärfung der Prüfung b Während bei niedriger Prüfspannung in der Hauptsache Isolatoren m Fehlern ausgeschieden werden, werden bei weitgehender Erhöhung au fast alle Isolatoren mit völlig einwandfreiem Porzellanscherben durc schlagen. Um allen berechtigten Ansprüchen Rechnung zu tragen u bei einwandfreier Herstellung der Isolatoren den Ausfall auf ein wi schaftlich tragbares Maß zu beschränken, schlägt Marx deshalb v für die Massenprüfungen mit Stoßspannungen bei Stützen-Isolatoren et die vierfache, bei Hänge- und Abspann-Isolatoren etwa die sechsfac Betriebspannung als Prüfspannung festzusetzen.

Zwecks Vergleich der Wechselstrom- und Stoßprüfung ist i Hermsdorfer Prüffeld eine große Zahl von Isolatoren verschieden Bauart zur Hälfte zuerst mit technischem Wechselstrom und dann m Spannungsstoß, zur andern Hälfte in umgekehrter Reihenfolge geprü worden. Die Stoßprüfung wurde mit der „Minimal-Überschlagspannun durchgeführt, d. h. die Spannung der Prüfstöße war so eingestellt, d bei jedem Spannungsstoß gerade der Überschlag eintrat. Hierbei w der anteilige Ausfall bei der Stoßprüfung etwa dreimal so groß wie b der mit technischem Wechselstrom, während die Reihenfolge der Pr

[1]) Dr.-Ing. Erwin Marx, Versuche und Massenprüfungen mit der Stoßprüfungsanlage im Zentralen elektrotechnischen Versuchsfeld der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-G. m. b. H. in Hermsdorf. Mitteilungen der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-G. m. b. H., Heft 10.

[2]) Prof. Dr. Max Toepler, Über Versuchsanordnungen für Stoßprüfung mit steilsten Spannungsstößen, ebenda Heft 9.

Abb. 8. Stoßprüfungsanlage von Hochspannungsisolatoren.

Abb. 9. Überschlag bei Wechselstromprüfung

Abb. 10. Überschlag bei elektrischer Stoßprüfung

gen ohne nennenswerten Einfluß war. Wenn die Stoßprüfung mit ier Spannung durchgeführt wurde, traten bei der nachfolgenden chselstromprüfung noch Durchschläge auf, so daß nur ein kleiner Teil Fehler durch beide Prüfungen gemeinsam ausgeschieden wird. se Erscheinung ist überraschend, da man annehmen sollte, daß in dreimal größeren Ausfall bei der Stoßprüfung auch die Isolatoren halten sind, die bei der normalen Wechselstromprüfung durchschlagen den. Der naheliegende Gedanke, die Stoßprüfung durch Erhöhung Spannung so zu verschärfen, daß bei der Wechselstromprüfung e Isolatoren mehr ausgeschieden werden, daß also nur eine Prüfung rderlich ist, scheitert daran, daß der Ausfall dann so groß wird, er wirtschaftlich nicht mehr tragbar ist. Es ist daher ratsamer, Stoßspannung, wie angegeben, zu bemessen und an die Stoßprüfung Wechselstromprüfung anzuschließen, zumal bei der Stoßprüfung auch größter Achtsamkeit Durchschläge leicht übersehen werden können.

Was die Zahl der für eine einwandfreie Prüfung erforderlichen nnungsstöße anbelangt, so hat Marx gefunden, daß mehr als 70 vH r Durchschläge bereits bei dem ersten Spannungsstoß erfolgen, so also die von ihm vorgeschlagene Prüfung mit 10 Spannungsstößen allgemeinen vollkommen ausreichend erscheint.

Naturgemäß ist auch die Bauart der Isolatoren von großem Ein- auf ihr Verhalten gegenüber der Stoßprüfung. Isolatoren, die zu ren Spannungen neigen (z. B. Hewlett-Isolatoren), werden durch nnungsstöße leichter durchschlagen als andre Bauarten der gleichen hselstrom-Überschlagspannung. Von großen Stützen-Isolatoren wur- 10 einteilige Delta-Isolatoren (J 1391) und 10 gleichgroße dreiteilige atoren unter den gleichen Bedingungen geprüft. Hierbei schlugen den einteiligen Isolatoren 6, von den dreiteiligen keiner durch. diesen sowie vielen andern ähnlichen Versuchen ergibt sich, daß eilige Isolatoren weniger widerstandfähig gegen Spannungsstöße als mehrteilige. Der Stoßprüfung kommt daher auch eine gewisse eutung für die Auswahl und die Verbesserung der Bauarten von atoren zu.

Zusammenfassend ist auf Grund der Marxschen Arbeit festzu- en, daß die Ergebnisse der Stoßprüfung sehr erheblich von der Art Prüfanordnung abhängen, und daß bis zum Erlaß einheitlicher Be- mungen durch den V. D. E. von Fall zu Fall geprüft werden muß, ei einer Anlage außer der Wechselstromprüfung mit Rücksicht auf tatsächlich im Betrieb auftretenden Beanspruchungen auch noch Stoßprüfung der Isolatoren erforderlich ist. [M 530] Wa.

Zellstoffindustrie.

e Bedeutung wissenschaftlicher Forschung für die Industrien der Zellulose[1]).

Wie bei andern Wissenschaften, so gibt es auch bei der Chemie Zellulose eine Reihe von oft unscheinbaren Entdeckungen und Fest- ungen, die später ihren umwälzenden Charakter erkennen lassen.

Betrachtet man von diesen Gesichtspunkten aus die Chemie der lose und des Holzes im Hinblick auf die Zellstoff-Indu- tie, so ist z. B. die Feststellung, daß Alkalien nur die Nichtzellulose- e des Holzes lösen und daß dasselbe bei der Einwirkung von schwef- g Säure auf das Holz der Fall ist, von grundlegender Bedeutung esen; denn von diesen Feststellungen nahm die Zellstoffgewinnung seits nach dem Natronverfahren, anderseits nach dem Sulfitver- n ihren Ausgang.

Von grundlegender Bedeutung wurde auch die Feststellung, daß Sulfitablauge Zucker enthält, und daß dieser durch Gärung in Alko- überführbar ist. Aber nur ein kleiner Teil der organischen Stoffe Ablauge wird auf diese Weise nutzbar gemacht. Der Hauptbestand- das Lignin, bleibt, durch die Gärung offenbar kaum verändert, ck. Hier hat die wissenschaftliche Forschung noch große Aufgaben sen. Bedenkt man, daß große Mengen wertvoller Stoffe, die heute verloren gehen, nutzbar gemacht werden können, so gewinnen Aufgaben auch hohe volkswirtschaftliche Bedeutung. Die Be- ngen, die Lauge nutzbar zu machen, bewegen sich im allgemeinen wei Richtungen. Die eine erstrebt eine Umwandlung der in der uge enthaltenen organischen Stoffe ohne Rücksicht auf ihre be- re chemische Natur. Die andre versucht, die besondre chemische r der Ablaugenstoffe, besonders des Hauptbestandteils, des Lignins, werten, und zwar in der Art, daß sie versucht, das Lignin in seine ponenten zu zerlegen, in der Erwartung, daß die dann gewonnenen e von kleinem Molekül und daher von schärfer wirkenden Eigen- ten und größerer Reaktionsfähigkeit für die chemische Industrie Bedeutung sind, sei es als solche oder als Zwischenerzeugnisse Aufbau andrer wertvoller Stoffe. Die Ablauge kann somit zu einer chen, wenn auch nicht so ergiebigen Quelle wertvoller Veredelungs- gnisse werden, wie es der Steinkohlenteer und andre Rohstoffe ge- en sind. So erwächst aus der Ablaugenfrage zunächst als wich- s das Lignin-Problem.

Was die Bestrebungen zur Lösung dieses Problems betrifft, so kann als ein vielversprechender Anfang das Ergebnis der Versuche von g und Mitarbeitern gebucht werden, denen es gelang, einen Teil Lignins durch Kalischmelze in eine aromatische Säure, die zu den stoffen in Beziehung stehende Protokatechusäure, abzubauen. Ein r Teil des Lignins geht hierbei in die weniger wertvolle Oxalsäure Durch die Arbeiten des Verfassers mit Winsvold und Herrmann im Institut für Zellulosechemie der Technischen Hochschule Darmstadt konnte nun gezeigt werden, daß man die Bildung dieser hier unerwünschten Oxalsäure praktisch ganz verhindern kann, wenn man bei der Kalischmelze die Luft ausschließt, sei es, daß man sie in der Stickstoff- oder in der Wasserstoffatmosphäre vornimmt. Dafür aber wird die Ausbeute an Protokatechusäure merklich gesteigert. Außerdem entstehen erhebliche Mengen eines Derivates der Protokatechusäure, des Brenzkatechins. So konnte der Verfasser bisher eine Ausbeute von über 30 vH des angewandten Lignins an diesen beiden aromatischen Stoffen erzielen. Ein Teil des Lignins scheint dem nach offenbar aromatischer oder hydroaromatischer Natur zu sein.

Nach den Anschauungen andrer Forscher über die Natur des Lignins sollen an seinem Aufbau auch Kohlehydrate beteiligt sein; es ist möglich, daß beide Auffassungen stimmen, insofern als das Lignin ein Kondensationsprodukt aus aromatischen Stoffen und Kohlehydraten sein könnte.

Betrachtungen über die Gewinnung des Zellstoffes führen auf das Gebiet seiner Weiterverarbeitung. Hierher gehört zunächst die Bleiche des Zellstoffes; sie kommt durch eine Reihe verwickelter chemischer Vorgänge zustande, die sowohl die bleichenden Chemikalien als auch die zu bleichende Zellulose betreffen. Hier ist, allerdings nur mittelbar, die Entdeckung des Chlors als Bleichmittel von grundlegender Bedeutung gewesen. Man sieht auch hier, welchen Anteil die wissenschaftliche Forschung an der technischen Entwicklung besitzt und wie diese eine bessere Beherrschung der Prozesse ermöglicht.

Eine sichere Handhabung des Bleichvorganges spielt nun auch in der Zellstoffindustrie eine große Rolle, wo ganz gewaltige Stoffmassen auf einmal im Bleichholländer gebleicht werden. Bisher war man der Meinung, daß die Bleiche gefördert wird, wenn man die Stoffmassen stets mit möglichst viel Luft in Berührung bringt, und zwar deshalb, weil die Kohlensäure der Luft die Zersetzung des Chlorkalks befördert. Eingehende Versuche von Schwalbe aber haben gezeigt, daß diese Kohlensäure am Bleichvorgang nicht in der bisher angenommenen Weise beteiligt zu sein scheint; denn Bleichversuche in der Stickstoffatmosphäre ergaben kürzere Bleichdauer als bei Luftzufuhr. Die als zweckmäßig erkannte Luftzufuhr hat also im Grunde eine ganz andre Bedeutung: Bei der Bleiche, die sich hier wieder sehr deutlich als ein Oxydationsvorgang äußert, tritt nämlich als Reaktionserzeugnis, als Oxydationserzeugnis angegriffener Zellulose, ziemlich viel Kohlensäure auf. Die Kohlensäure befördert zwar zunächst die Zersetzung des Chlorkalks, übt aber durch Bildung von Kalzium-Karbonat im Bleichvorgang eine — wie Schwalbe sich ausdrückt — Art „Pufferwirkung" aus, derart, daß durch Vermehrung des Karbonats die Säurekonzentration der Lösung zurückgedrängt und damit die Abspaltung des wirksamen Agens, der unterchlorigen Säure, eingeschränkt wird. Würde man also nicht für Entfernung der Kohlensäure sorgen, so kann der Bleichvorgang ganz zum Stillstand kommen. Die Bewegung des Stoffes, und also auch die Luftzufuhr, bewirken nun diese Entfernung der Kohlensäure, so daß der Bleichvorgang weitergeht. Dasselbe, und zwar noch besser, erreicht man durch Erwärmen des Stoffes, da dann das Kohlendioxyd im Wasser des Stoffbreies weniger löslich ist.

Neuerdings geht man in der Zellstoffindustrie dazu über, das flüssige Chlor zum Bleichen zu verwenden, und zwar durch Zuführung von Chlor aus der Bombe in die im Holländer befindliche Stoffmasse. Dieses Verfahren schließt große Vorteile in sich ein; eine ganz augenfällige Ersparnis an Chlor aber erzielt man, wenn man sich die Erkenntnis zunutze macht, daß einmal die Reaktionsprodukte der Bleiche, wenn sie in der Stoffmasse, wenn auch in gelöster Form, verbleiben, weitere Mengen Chlor verbrauchen, nämlich so viel, wie zu ihrer vollständigen Oxydation erforderlich ist, und daß anderseits diese Reaktionsprodukte der Bleiche in Alkalien löslich sind. Schaltet man also eine Auswaschung mittels Natronlauge in den Bleichvorgang ein, so sinkt der Chlorverbrauch auf die Hälfte, wie die vom Verfasser zusammen mit Niethammer im Institut für Zellulosechemie der Technischen Hochschule Darmstadt durchgeführten Versuche ergeben haben.

Von den weiteren Arbeitsgängen auf dem Wege des Zellstoffes zum fertigen Papier ist noch besonders die Leimung hervorzuheben. Auch hier haben wir es ursprünglich mit einer umwälzenden Feststellung zu tun. Die wissenschaftliche Forschung hat hier ebenfalls großen Anteil an der technischen Entwicklung; aber die heute geltende kolloidchemische Theorie der Harzleimung kann bei weitem mehr befriedigen, als die bisherigen chemischen Theorien. An dem Zustandekommen der kolloidchemischen Theorie hat auch das Institut für Zellulosechemie der Technischen Hochschule Darmstadt mitgewirkt, und den Mitarbeitern des Verfassers, den Herren Dr. Stöckigt und Klingner gebührt das Verdienst, die Grundzüge dieser Theorie zuerst klar ausgesprochen und experimentell begründet zu haben: Hiernach kommt die Leimung des Papiers dadurch zustande, daß eine Elektro-Adsorption zwischen der negativ geladenen Zellulose und einer positiv geladenen Adsorptionsverbindung stattfindet, die sich im Stoffbrei aus dem Harzleim und dem Alaun bildet, während die chemische Umsetzung auf die Bildung von Natriumsulfat beschränkt bleibt. Der Alaun spielt bei der Leimung eine spezifische Rolle: das aus ihm entstehende Aluminiumhydroxyd bewirkt, vermittelt sozusagen erst die Fixierung des Harzes auf die Faser: Diese Anschauung wird durch die Tatsache bewiesen, daß Harz allein, auch in kolloider Form angewandt, das Papier auf die Dauer nicht leimt; Leimung tritt erst ein, wenn man Alaun mitverwendet. Diese Theorie, die dann einerseits durch Sieber, anderseits in eingehendster Weise durch Rudolf Lorenz weiter ausgebildet wurde, wird uns, so viel läßt sich schon jetzt voraussagen, ermöglichen, den

[1]) Auszug aus einem in der Hauptversammlung des Vereines der Zellstoff- Papierchemiker und -Ingenieure in Berlin am 11. März 1924 gehaltenen age.

Leimungsvorgang viel mehr als bisher zu beherrschen und vielleicht auch zu verbessern.

Auch für die Textilindustrie und für die Kunstseide-Industrie lassen sich Beispiele finden. So war die Entdeckung Mercers im Jahre 1843 von umwälzender Bedeutung. Aber obgleich dieser technische Effekt eine hohe Stufe erreicht hat, sind die Anschauungen über die wissenschaftliche Deutung des Mercerisier-Vorganges und seiner Erscheinungen noch immer nicht geklärt, insbesondre nicht hinsichtlich der Frage, ob durch die Behandlung der Zellulose mit starker Natronlauge eine chemische Reaktion oder eine Adsorption zwischen Zellulose und Natron eintritt.

Bei der auch im Institut für Zellulosechemie der Technischen Hochschule Darmstadt durch den Verfasser mit Niethammer in Angriff genommenen Nachprüfung ergaben sich manche Gesichtspunkte, die für eine Adsorption sprechen. Indessen ist die Frage noch weiter experimentell zu klären.

Einige Beispiele aus der Kunstseidenindustrie zeigen, wie auch hi[er] an sich unscheinbare Feststellungen von grundlegender Bedeutung f[ür] diese Industrie gewesen sind. Die beste Förderung aller Industrien, d[ie] die Zellulose zum Ausgangspunkt nehmen, erhofft der Verfasser v[on] der Erkenntnis der Konstitution der Zellulose. Eine völlige Enträtselu[ng] des wahren Wesens der Zellulose wird uns in den Stand setzen, a[lle] Prozesse besser zu beherrschen, sie in bessere Bahnen zu lenken u[nd] neue Stoffe zu erzeugen, denn dann werden uns alle Eigenschaften, i[hr] Verhalten unter den verschiedensten Bedingungen klar sein. Aber, we[nn] auch die letzten Jahre durch die Untersuchungen von Herzog, v[on] Polanyi, von Karrer, von Heß, von Irvine, von Hibbe[rt] und andern einen Einblick in das Konstitutionsproblem ermöglic[ht] haben, so ist doch noch ein weiter Weg bis zur klaren unzweideutig[en] Erkenntnis. Anderseits ist bei den ernsthaften und vielseitigen B[e]mühungen zu hoffen, daß das Ziel bald erreicht wird. [N 345]

Seehof b. Berlin. Prof. Dr. E. Heuser.

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. Abteilung Sortiment, bezogen werden. Es empfiehlt sich, bei der Bestellung stets den Verleger anzugeben.

Die Elektrizität, ihre Erzeugung und ihre Anwendung in Industrie und Gewerbe. Von Arthur Wilke. Unter Mitwirkung mehrerer Fachgenossen bearbeitet und herausgegeben von Betriebsingenieur Otto Lich. 7. Auflage. Berlin 1924, Neufeld & Henius. 805 S. mit 926 Abb. Preis Gm. 15.

Das seit langen Jahren bekannte Werk von Wilke wendet sich an die große Menge derjenigen, die sich aus beruflichen Gründen oder aus Neigung einen allgemeinen Überblick über das Gesamtgebiet der Elektrotechnik verschaffen wollen. Das umfangreiche Gebiet wird in folgender Stoffeinteilung behandelt:

1. Physikalische Grundlagen.
2. Das absolute Maßsystem.
3. Elektrische Meßmethoden und Meßinstrumente.
4. Die Dynamomaschine.
5. Umformung der elektrischen Energie.
6. Das elektrische Licht.
7. Die elektrischen Beleuchtungsanlagen.
8. Die Elektrizitätswerke.
9. Die Elektromotoren in Industrie und Landwirtschaft.
10. Die elektrischen Bahnen.
11. Elektro-Chemie.
12. Die elektrische Heizung.
13. Telegraphie und Fernsprechapparate.
14. Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie und Telephonie.
15. Elektrizitätsdurchgang durch Gase und Radioaktivität.

Das allgemeine Urteil vorwegnehmend, muß anerkannt werden, daß überall das Bestreben hervorleuchtet, dem augenblicklichen Stand der Elektrotechnik gerecht zu werden. Die Darstellung ist im allgemeinen gut und geht vielfach über das hinaus, was man in ähnlichen Werken gewöhnlich findet.

Derartige enzyklopädische Darstellungen haben besonders für die sich schnell entwickelnde Elektrotechnik eine ganz besondre Bedeutung dadurch, daß sie in der breiten Masse derjenigen, die mit den vielgestaltigen Anwendungen der Elektrizität in Berührung kommen, das Verständnis für die vielen Anwendungsmöglichkeiten wecken. Sie gelangen auch, wie die Erfahrung zeigt, in die Hände vieler junger Menschen, die ihren ersten Wissensdurst befriedigen wollen. Gerade dieser Umstand macht es aber nötig, daß an derartige Darstellungen besonders hohe Anforderungen gestellt werden müssen, die sich in erster Linie auf gute Ausdrucksweise und scharfe Begriffsbestimmungen erstrecken. In dieser Hinsicht wird das Buch nicht allen Ansprüchen gerecht, was in erster Linie am 1. Kapitel auszusetzen ist. Ganz abgesehen davon, daß die Darstellung zahlreiche Fremdwörter enthält, durch deren Verdeutschung sie nur an Klarheit gewinnen würde (z. B. die immer wiederkehrenden Worte: Konstant, Differenz, pro, Substanz, Material usw.), ist zu bemängeln, daß die AEF-Bezeichnungen zum größten Teil nicht berücksichtigt werden.

So wird, um nur einiges hervorzuheben, für die Bezeichnung der Widerstände der Buchstabe w statt r verwendet; der spezifische Widerstand wird mit σ statt mit ϱ bezeichnet. Die magnetischen Größen $\mathfrak{H}$ und $\mathfrak{B}$ werden durch die lateinischen Buchstaben H und B ausgedrückt. Der reziproke Wert des Widerstandes wird als die „Leitungsfähigkeit" oder das „Leitungsvermögen" bezeichnet, während doch hierfür der Begriff Leitwert feststeht. Es wird von einem „Widerstand mit Selbstinduktion gesprochen, während ein Widerstand, der mit Selbstinduktivität behaftet ist, gemeint ist. Die Induktivität ist ebenso wie der Widerstand eine Eigenschaft des Leiters, während die Selbstinduktion einen Vorgang darstellt, der, wie der Spannungsabfall in einem Leiter durch dessen Widerstand, durch seine Induktivität verursacht wird. Vielfach findet sich eine Gleichsetzung der Begriffe Potentialdifferenz und Spannungsdifferenz, während doch die Potentialdifferenz oder, besser gesagt, der Potentialunterschied eine Spannung darstellt.

Diese Ungenauigkeit in der Ausdrucksweise und Begriffbestimmu[ng] macht sich am bedenklichsten in dem Abschnitt: Leistung und Eff[ekt] bei Wechselstrom, beginnend auf S. 67, bemerkbar. In diesem A[b]schnitt wird durchgängig der Buchstabe E für die Leistung gebrau[cht], gleichzeitig aber auch für Spannungsgrößen. Auf S. 69 steht die Gl[ei]chung $\cos\varphi = \dfrac{E}{i_{\text{eff}} E_{\text{eff}}}$ und auf S. 71 die Gleichung

$$i = \frac{E}{\sqrt{w^2 + (\omega L)^2}}.$$

Welche Verwirrung muß in den Köpfen der armen Anfänger e[nt]stehen, wenn sie auf diese, gelinde gesagt, Unstimmigkeiten stoß[en]. Unzweckmäßig ist daneben die in diesem Abschnitt gegebene Begriff[sbe]stimmung der Leistung. Leistung ist doch der auf die Zeiteinheit bezoge[ne] Anteil der in einer gegebenen Zeit vollbrachten Arbeit. Der Verfas[ser] sagt aber, daß bei Wechselstrom die Leistung E in jedem Augenbl[ick] durch das Produkt $E_{\text{mom}}\, i_{\text{mom}}$ gegeben sei. Nach dieser Begriffbesti[m]mung ergibt sich also zunächst die infolge der doppelten Verwendu[ng] des Buchstaben E unmögliche Gleichung $E = E_{\text{mom}}\, i_{\text{mom}}$. Er ersetzt da[nn] E_{mom} durch das Produkt $i_{\text{mom}}\, w$ und schreibt die angebliche Leistun[gs]gleichung in der Form $E = i^2_{\text{mom}}\, w$. Weiter heißt es dann: „während [einer] sehr kurzen Zeit $\mathrm{d}t$ wird von einem Wechselstrom dieser Leistung [in] dem Widerstand w die Wärmemenge

$$\mathrm{d}A = i^2_{\text{mom}}\, w\, \mathrm{d}t \text{ Joule}$$

entwickelt. Abgesehen von dem unrichtigen Gebrauch der Form[el]zeichen ist diese Gleichung falsch, da der Faktor 0,24 fehlt. Die G[lei]chung stellt die elektrische Arbeit, aber nicht die erzeugte Wärme d[ar]. Was nun die Begriffbestimmung der „Wechselstromleistung" anbelangt, [so] stellt das Produkt $E_{\text{mom}}\, i_{\text{mom}}$ nicht diese Leistung dar, vielmehr [ist] diese nur durch das über den Zeitraum von einer Sekunde erstrec[kte] Integral $\int E_{\text{mom}}\, i_{\text{mom}}\, \mathrm{d}t$ ausdrückbar. Der zweckmäßigere und klar[e] Weg der Ableitung ist folgender:

Die für einen bestimmten Augenblick gültigen Werte E_{mom} und $i_{\text{m[om]}}$ darf man während der unendlich kurzen Zeit $\mathrm{d}t$ als unveränderlich [be]trachten, so daß man die während dieser Zeit geleistete Arbeit du[rch] den Ausdruck $E_{\text{mom}}\, i_{\text{mom}}\, \mathrm{d}t$ darstellen kann. Während einer Peri[ode] wird also eine Arbeit geleistet, die durch das über die Zeit einer Peri[ode] erstreckte Integral $\int E_{\text{mom}}\, i_{\text{mom}}\, \mathrm{d}t$ ausgedrückt wird. Hat der Wech[sel]strom f sekundliche Perioden, so ist die in der Sekunde geleistete Ar[beit]

$$W = f \int E_{\text{mom}}\, i_{\text{mom}}\, \mathrm{d}t.$$

Diese Arbeit stellt die „Leistung" des Wechselstromes dar.

Diese hier gerügten Mängel müssen in einer neuen Auflage un[ter] allen Umständen ausgemerzt werden; außerdem ist zu empfehlen, [daß] das für die heutige Elektrotechnik so bedeutungsvolle Gebiet der Bli[tz]stromfragen, wenn auch nur in den Hauptlinien, behandelt wird. [Das] Gleiche gilt von den Drehstrom- und Vierleiteranlagen mit der Spann[ung] 380/220 V, die mit keinem Wort erwähnt sind. Hier wäre passende [Ge]legenheit, auf die große Bedeutung der Erdung und der Nullung [ein]zugehen, die wieder im engen Zusammenhange stehen mit den Fra[gen] der richtigen Bemessung der Sicherungen, deren große Bedeutung [für] elektrische Anschlußanlagen nicht genügend hervorgehoben ist. Schli[eß]lich möge noch auf Abb. 442 hingewiesen werden, die einen Isol[ator] veralteter und falscher Bauart darstellt. [E 549] Zipp

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

NR. 34 SONNABEND, 23. AUGUST 1924 BD. 68

INHALT

Bohr- und Fräswerke im Großmaschinenbau.

Von A. Schlegelmilch, Oberingenieur der Maschinenfabrik Schiess A.-G., Düsseldorf.

Allgemeine Betrachtungen über die Verwendung von Bohr- und Fräswerken im Großmaschinenbau — Neues vereinigtes Bohr- und Fräswerk der Maschinenfabrik Schiess A.-G. in Düsseldorf — Vorteile der neuen Konstruktion gegenüber älteren Ausführungen.

Die Abmessungen und Gewichte der Maschinengestelle im Großmaschinenbau sind oft so gewaltig, daß ihre Bearbeitung von der Schreinerei und Gießerei bis zur Montage an die Werkstätten hohe Anforderungen stellt. Wichtig ist vor allem die gute Einrichtung der Werkstatt zum Bearbeiten der schweren und oft sperrigen Stücke. Für die Maschinengestelle von großen Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Gasmaschinen usw., wo hohe Genauigkeit verlangt wird, kommen in erster Linie Bohr- und Fräswerke mit beweglichen Werkzeugen in Betracht, die man nach dem Werkstück einstellen kann, während dieses auf einer Aufspannplatte befestigt ist und in Ruhe bleibt. Das ruhende Werkstück bietet die Möglichkeit, es an verschiedenen Seiten mit mehreren, gegebenenfalls versetzbaren Maschinen gleichzeitig zu bearbeiten und so die Dauer der Herstellung wesentlich abzukürzen. Auch bietet das Bearbeiten des Werkstücks in einem einzigen Aufspannen bessere Gewähr für die verlangte Genauigkeit, da es leichter ist, versetzbare Maschinen zueinander und zum Werkstück auszurichten, als sehr schwere Werkstücke wiederholt umzuspannen.

Von ortfesten Maschinen kommt in erster Linie die bekannte Bohr- und Fräsmaschine in Betracht, deren Ständer auf einem Bett verschiebbar ist und einen senkrecht verstellbaren Spindelkasten mit ausschiebbarer Spindel trägt. Sie wird meist neben einer großen Aufspannplatte zur Aufnahme des Werkstückes fest verankert. Um Maschinen mit großer Bettlänge besser ausnutzen zu können, ordnet man oft auf dem gleichen Bett eine zweite, meist kleinere Bohr- und Fräsmaschine an, die von der andern ganz unabhängig ist und leicht vor oder hinter der Hauptmaschine auf das Bett gesetzt werden kann, Abb. 1. Man erreicht damit, daß man die Anlage auch für kleinere Werkstücke besser ausnutzen kann. Vielfach stellt man im rechten Winkel zur ersten, an der Stirnseite der Platte eine zweite Maschine fest auf. Vorteilhafter ist es aber, die zweite Maschine auf der Aufspannplatte versetzbar einzurichten, damit man sie an das Werkstück heranbringen und nach Bedarf auch an andrer Stelle verwenden kann, Abb. 2. Um bei Gestellen von Kolbenmaschinen in einmaligem Aufspannen außer den üblichen Fräs- und Bohrarbeiten auch die Zylinder, Zylinder-

deckelsitze und gegebenenfalls die Kreuzkopfbahn bohren zu können, stellt man auf der großen Aufspannplatte eine versetzbare Zylinderbohrmaschine auf, Abb. 3.

Der Arbeitsbereich der Wagerecht-Bohr- und Fräsmaschinen beschränkt sich bei jeder der genannten Anordnungen auf wagerechte, bei Universalmaschinen gegebenenfalls schräge Bohrungen und das Fräsen senkrechter, wagerechter und allenfalls geneigter Flächen in Reichweite der Werkzeugspindel. Große Kraftmaschinengestelle ganz zu bearbeiten, würde hierbei

Abb. 1. Wagerecht-Bohr- und Fräsmaschine mit mehreren Ständern auf einem Bett.

Abb. 2. Ortfeste Wagerecht-Bohr- und Fräsmaschine vereinigt mit einer oder zwei absetzbaren Maschinen gleicher Art.

Abb. 3. Wagerecht-Bohr- und Fräsmaschine in Verbindung mit Zylinderbohrmaschine.

noch mehrfaches Umspannen erfordern. Um dies zu vermeiden, hat man Portal-Bohr- und Fräswerke gebaut, die man auf zwei seitlich von der Aufspannplatte angeordneten Längsbetten verfahren kann, die ferner die Platte mit dem Werkstück überbrücken und mit ihren Werkzeugen am senkrecht einstellbaren Quersupport den ganzen Bereich der Aufspannplatte mit dem darauf ruhenden Werkstück beherrschen. Auch diese Maschine wird meist mit Wagerecht-Bohr- und Fräsmaschinen und allenfalls einer Zylinderbohrmaschine vereinigt. Abb. 4 zeigt ein solches vereinigtes Bohr- und Fräswerk, das in einer Aufspannung alle seitlichen Flächen und die Lagerdeckelsitze fräst, die Löcher für die Befestigungs- und Lagerdeckelschrauben bohrt und mit Gewinde versieht, die Kurbelwellenlager und Zylinder oder Zylindersitze ausbohrt, die Zylinderdeckelsitze abdreht und diese Arbeiten zum Teil gleichzeitig ausführen kann. Auch hier werden die Wagerecht-Bohr- und Fräsmaschinen (Seitenständer)

Abb. 4. Vereinigtes Bohr- und Portalfräswerk mit Wagerecht-Bohr- und Fräsmaschine und Zylinderbohrmaschine.

und die Zylinderbohrmaschine versetzbar eingerichtet, so [d]
man sie nach Bedarf vor oder hinter dem Portal ansetzen ka[nn]

Die Maschinenfabrik Schiess A.-G., Düss[el]dorf, baut diese Maschinen seit Jahrzehnten und hat fast [a]uf dem Festland laufenden Portalfräswerke geliefert; sie [hat] in jüngster Zeit für die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnb[erg], Werk Nürnberg, ein vereinigtes Bohr- und Fräswerk geb[aut]

Abb. 5. Seitenansicht des Portales.

Abb. 7. Ansicht des Einzelständers.

das mit zu den größten dieser Maschinen zählt. Da naturge[mä]ß so große Maschinen nur für einzelne große Werke in Betr[ac]ht kommen, so liegen die verschiedenen Ausführungen zeitlich [o]ft so weit auseinander, daß in der Zwischenzeit die Technik we[it]er fortgeschritten ist und schon bei der nächsten Ausführung [die] vorangegangene in mancher Hinsicht überholt erscheint. [D]ies war auch der Fall beim Bau des neuen Fräswerks. Die [K]onstruktion wurde deshalb zur Auswertung aller Erfahrungen [u]nd Fortschritte des Maschinenbaues und der Elektrotechnik [vo]llständig neu durchgearbeitet, so daß die nunmehrige Ausführung allen derzeit berechtigten Forderungen gerecht werden dürfte. Die besonderen Merkmale werden in folgendem erläutert.

Neues Bohr- und Fräswerk der MAN.

ı Abb. 5 bis 11 ist das Fräswerk in seiner Gesamtheit und in inzelheiten wiedergegeben. Es baut sich auf aus zwei parallelen ängsbetten, den zwischen den Betten verschraubten Aufspannatten, dem auf den Betten verschiebbaren Portal mit dem senkcht einstellbaren Quersupport, der zwei wagerecht verschiebıre Werkzeugschlitten trägt, einer Universal-Wagerecht-Bohrıd Fräsmaschine mit drehbarem Ständer und schrägstellbarem)indelkasten sowie dem zugehörigen Lünettenständer. Die aschine kann später durch weitere Einzelmaschinen ergänzt ıd gegebenenfalls auch verlängert werden. Die Hauptangaben ɔer die Maschine sind:

a) Portal

Nutzbare Weite zwischen den Ständern	4 500 mm
Lichte Höhe zwischen den Aufspannplatten und den Spindelköpfen	4 500 „
Fräslänge	20 000 „
Bettlänge	24 000 „
Axialverschiebung der Werkzeugspindeln . . .	1 000 „
Durchmesser „ „	200 bis 220 „
Drehzahlen „ „	2,5 „ 100 Uml./min
Bohrvorschübe „ „ bei 1 Umdr.	0,1 „ 2,2 mm
Durchmesser der Hilfspindeln	70 „
Drehzahlen „ „	100 bis 200 Uml./min
Bohrvorschübe der „ bei 1 Umdr.	0,05 „ 1,1 mm
Fräsvorschübe des Portals längs und der Werkzeugschlitten quer	rd. 10 bis 120 mm/min
Schnellverstellung des Portals	rd. 1 200 „
„ der Werkzeugschlitten .	„ 1 800 „
Kraftaufnahme für jeden Werkzeugschlitten	„ 24 PS
„ „ die Portalverstellung . .	„ 24 „

b) Seitenständer

Durchmesser der Hauptspindel	200 mm
Axialverschiebung der Hauptspindel . . .	1 800 „
Drehzahlen „ „ . . .	0,9 bis 105 Uml./min
Bohrvorschübe „ „ bei 1 Umdr.	0,15 „ 16 mm
Durchmesser der Hilfspindel	75 „
Drehzahlen „ „	90 bis 270 Uml./min
Bohrvorschübe „ „ bei 1 Umdr.	0,05 „ 2 mm
Fräsvorschübe des Ständers und Schlittens	15 „ 180 mm/min
Schnellverstellung des Ständers und Schlittens .	1 400 „
Kraftaufnahme	rd. 24 PS
Gewicht des gesamten Fräswerks	„ 350 t

Die Aufspannplatten sind so angeordnet, daß einzelne von ihnen entfernt werden und etwa am Werkstück vorspringende Teile in die so entstehende Grube hineinragen können, falls die lichte Höhe der Maschine nicht ausreichen sollte. Die Platten sind genau gleich breit und bilden gleichzeitig Parallelstücke für die Führungsbetten zur Sicherung ihrer genauen Lage.

Ein Fortschritt gegenüber früheren Ausführungen ist die Teilung der großen Maschine in mehrere von einander unabhängige Untergruppen. Dies wurde durch weitgehende Auswertung des elektrischen Einzelantriebs und Anwendung elektrischer Steuerungen möglich. So ist der Seitenständer eine von dem Portal ganz unabhängige, selbständige Maschine; auch jeder der Werkzeugschlitten am Portalquerbalken ist in allen Bewegungen von dem andern unabhängig und hat mit dem zweiten Schlitten nur die Portalverstellung gemeinsam. Die Maschine ist mit 5 Elektromotoren ausgerüstet, wovon einer auf dem Querbalken des Portals für die Schnellverstellung und den Fräsvorschub des Portals, je einer auf den beiden Portalwerk-

Abb. 5 bis 8. Vereinigtes Portal-Bohr- und Fräswerk.

Abb. 6. Längsschnitt.

Abb. 8. Grundriß.

Abb. 9. Gesamtansicht des Fräswerks auf dem Probestand. (Alle Werkzeugschlitten sind schräg gestellt).

zeugschlitten für deren Spindelantrieb und Vorschubbewegungen, einer auf dem Werkzeugschlitten des Seitenständers für dessen Spindelantrieb und Vorschubbewegungen und einer am Fuße des Seitenständers zum Drehen des Seitenständers auf seinem Bettschlitten angeordnet ist. Die ersten vier Motoren sind im Verhältnis 1 : 3 regelbar und mit Rücksicht auf die auf Lager zu haltenden Ersatzteile vollständig gleich. Alle Motoren sind umsteuerbar und nehmen an den Verstellungen der Maschine teil. Die Anordnung der Motoren an den Werkzeugschlitten möglichst nahe an der Kraftverbrauchstelle ergibt einen günstigen Wirkungsgrad und große Vereinfachung des Triebwerks, indem die frü heren langen Nutenwellen nebst ihren Lager und vielfachen Kegelrädern fortfallen.

Der Strom wird über die in jedem Bett g schützt angeordneten Schleifleitungen feste Klemmbrettern an den Maschinenständern ur von dort mittels beweglicher Kabel den Motore auf den Werkzeugschlitten zugeführt. Al Werkzeugschlitten sind um eine wagerech Achse drehbar, damit man geneigte Flächen b arbeiten kann. Die Motoren nehmen an dies Schrägstellung teil, was bei der Lagerung ihr Läufer berücksichtigt werden mußte. Der Vo teil der Anordnung der Motoren auf dem dre baren Werkzeugschlitten drückt sich besonde im Fortfall der sonst erforderlichen meh fachen Kegelgetriebe im Schwenkmittel aus, d meist hoch beansprucht sind und vielfach A laß zu Betriebstörungen geben.

Die Bedienungseinrichtungen für die A triebsmotoren der Werkzeugschlitten sind diesen selbst angeordnet. Der Motor auf de Querbalken des Portals, der dessen Schnellve stellung und Vorschub antreibt, wird dur Druckknöpfe gesteuert. Von den fünf Druc knopftafeln für diese Steuerung sind je ei an den Portalwerkzeugschlitten, je eine an d Portalständern unten und eine auf dem Qu balken in der Nähe des Motors angebracht. D Arbeiter beherrscht also die Portalbewegung gleichviel ob er nahe am Werkzeug oder ob oder unten an der Maschine steht. Wird ein besonderer Mor für die Bewegungen des Portals eingebaut, so wird die Vorschb bewegung des Portals vom Antrieb der Werkzeuge unabhäng. Damit nun durch unzeitiges Einschalten des Portalmotors or bei ungewolltem Aussetzen des einen oder andern Motors n den Frässchlitten das Werkzeug oder Werkstück nicht verlzt oder zerstört werden kann, ist der Motor für die Portalbewegg in Abhängigkeit von den andern Antriebsmotoren geschaltet, o daß er selbsttätig ausgeschaltet wird, wenn einer der Moton an den Frässchlitten zum Stillstand kommt.

Der Motor auf dem Querbalken des Portals dient nicht ır zum Verstellen des Portals, sondern auch zum Heben und Sen n des Quersupports. Mittels einer Wechselkupplung im Rär- kasten auf dem Querbalken kann man die eine oder andre - wegung einrücken. Die Bedienung dieser Kupplung sowie s Einrücken der maschinellen Schnellverstellung und Wechsn des Portalvorschubs erfolgen durch Steuerwellen und Handhel am linken Ständer unten.

Abb. 10. Anbau des Quersupports.

Abb. 11. Die Aufspannplatten und Führungsbetten auf dem Richtplatz.

Höchstausschaltschützen sichern das Triebwerk gegen erlastung. Endausschalter, die vor dem Erreichen der Gefahr-llung durch feste Anschläge betätigt werden und den betref-nden Motor oder die ganze Maschine mittels Ausschaltschütz llsetzen, sichern gegen Zuweitfahren der Ständer und Schlit- und des Quersupports sowie gegen Zusammenfahren ein-ner Ständer und Schlitten bei Unachtsamkeit des Arbeiters. e Endschalter werden auch zur Wegbegrenzung oder zum sschalten des Werkzeugs nach vollendeter Arbeit benutzt und diesem Fall durch einstellbare Anschläge betätigt.

Außer den elektrischen Sicherungen sind an den Werkzeug-litten bequem zugängliche Abscherkupplungen eingebaut, die Überlastung oder beim Festfahren der Maschine durch uch eines leicht ersetzbaren Stahlstiftes die Verstellbewegung m Stillstand bringen.

Hervorzuheben ist, daß statt Gewindespindeln Zahnstangen den Betten und im Quersupport für die Verstellung der Stän- und Schlitten verwendet sind. Bei Gewindespindeln, beson-rs jenen in den Betten, welche wegen ihrer großen Länge oft hrfach gekuppelt werden müssen, waren Verdrehungen unver-idlich. Auch daß die zur Vermeidung des Durchhängens der gerechten Spindeln und Wellen erforderlichen wegschwenk-

Abb. 12. Antrieb der Zahnstangengetriebe für die Ständerverstellung.

Abb. 14. Befestigung des Messerkopfes auf dem Außenkegel der Portalspindeln.

Abb. 15. Größerer Fräskopf, auf der zylindrischen Spindel mittels kegeliger Klemmbüchse befestigt.

Abb. 13. Lagerung der Werkzeugspindeln am Portal nebst den Antriebs- und wesentlichen Schalträdern.

Abb. 16. Großer Messerkopf, befestigt an der Planscheibe des Seitenständers.

baren Stützlager entfallen, spricht zugunsten der Zahnstange. Die Zahnstangen in den Betten, welche die Portalständer parallel verstellen, werden zu zweien übereinander gleichzeitig gefräst und beim Einbau einander genau gegenüber angeordnet, so daß etwaige Ungenauigkeiten in der Teilung der Zahnstangen für die Portalverstellung bedeutungslos werden. Die Anwendung von Zahnstangen an Stelle von Spindeln erleichtert ferner den Zusammenbau, indem die Ständer und Schlitten bequem aufgesetzt und nach Lösen der Führungsleisten ohne weitere Zerlegung abgehoben werden können. Wichtig ist, daß zur Erzielung eines ruhigen Ganges bei der langsamen Vorschubbewegung schädliche Verdrehungen der Wellen vermieden werden; das wurde dadurch erreicht, daß die große Übersetzung möglichst nahe an die Zahnstangengetriebe gelegt wurde, s. Abb. 12.

Für den senkrecht beweglichen Quersupport und den Bohrschlitten am Einzelständer wurde die für diesen Fall sichere Aufhängung an Gewindespindeln gewählt. Dabei sind die Antriebsräder für die Verstellung des Quersupports so angeordnet, daß beide Spindeln in gleicher Richtung steigen. Hätten die Spindeln dagegen die eine Rechts- und die andere Linksgewinde, so würde dies die genaue Parallelverstellung des Quersupports in Frage stellen, auch wenn beide Spindeln auf derselben Drehbank geschnitten wären, weil sich die infolge ungleicher Abnutzung verschieden großen Ungenauigkeiten der rechts- und linksseitigen Gewindeflanken der Drehbankleitspindel auf die zu schneidenden Gewindespindeln übertragen würden. Selbst geringe Unterschiede von einigen Hundertsteln Millimeter spielen hier im Großmaschinenbau eine Rolle.

Damit man die beiden Portalständer leichter zu einander und den Quersupport genau wagerecht ausrichten und nach etwa eingetretener Abnutzung nachstellen kann, lassen sich die Gewindespindel für die Verstellung des Quersupports und die Schnecken für die Bewegung der Portalständer gegeneinader axial einstellen.

Die Prismenführungen der Ständer und Frässchlitten sind lange Schmalführungen und durch doppelseitige Keilleisten nachstellbar. Zur leichten Einstellung der genauen Winkellage der Werkzeugspindel sind in den Schlittenführungen Paßleisten vorhanden, die gestatten, sozusagen ohne Ausbau feine Nachstellungen vorzunehmen und die Lage der Werkzeugspindeln bei ungleicher Abnutzung der Führungen wieder genau herzustellen.

Die Werkzeugschlitten am Portal, Abb. 13, sind in erster Linie für Fräsarbeiten bestimmt; sie können aber auch zum Bohren und Ausbohren benutzt werden. Ihre Spin[d]… haben keine eigne Axialverschiebung, sondern sie werden du[rch] die als achtkantige Prismabalken ausgebildeten Spindelkäs[ten] verstellt. Die Frässpindeln bleiben so auch nach größerem A[us]schub zur Aufnahme der beim Fräsen auftretenden Seitendrü[cke] gut unterstützt, weil die Lagerungen der Spindeln mit aus[ge]schoben werden. Die Spindelkästen sind um die Größe ih[rer] Verschiebung länger als ihre Führung, so daß sie diese in je[der] Stellung ausfüllen und stets gut geführt bleiben; dies ist bes[on]ders beim Arbeiten mit großer Ausladung wichtig. Die La[ge]rungen der Spindeln sowie die Spindelkastenführungen s[ind] nachstellbar.

Die Spindelköpfe nehmen Bohrwerkzeuge mit Innenke[gel] und große Messerköpfe mit Außenkegel auf, Abb. 14. Damit m[an] auch mit Werkzeugen von kleinerem Durchmesser wirtsch[aft]lich arbeiten kann, ist an jedem Spindelkasten eine kleine schn[ell]laufende Nebenspindel vorhanden, die bei Nichtgebrauch zurü[ck]gezogen wird. Bohrarbeiten führt man mit den Portalwe[rk]zeugen durch Axialverschiebung der Spindelkästen aus, [di]e maschinell schnell oder mit veränderlichem Vorschub oder a[uch] mit der Hand vorgenommen werden kann.

Der Werkzeugschlitten d[es] Seitenständers dient hauptsächlich [zu] Bohr- und Ausbohrarbeiten und erst in zw[ei]ter Linie zu Fräsarbeiten. Aus diem Grunde hat er die verstellbare Spindel [er]halten, die sich in einer nachstellbar [ge]lagerten Hülse führt und an ihrem äuße[re]n Ende in einem Schlitten nochmals gela[gert] ist. Der Schlitten gleitet auf einem Ausle[ger] und dient gleichzeitig zur Verschiebung [de]r Spindel. Die Bohrwerkzeuge werden mitt[el]s Kegels in die Spindel eingesetzt. Gröf[ere] Fräswerkzeuge kann man mit Klemmbüchse auf der Spindel befestigen, Abb. 15. [Im] Kopf der Spindelhülse befindet sich ein na[ch]stellbares Kegelfutter, womit die Gena[uig]keit der Spindelführung gewahrt wird. B[eim] Fräsen größerer Flächen befestigt man [ei]n großen Messerkopf an [de]r Planscheibe, Abb. 16. [Da]mit dieser gegen das f[est]gespannte Werkstück [an]gestellt werden kann, [ist] die Planscheibe mit [de]r Spindelhülse in der A[chs]richtung einstellbar.

Abb. 17. Anordnung der Antriebs- und Schalträder im Spindelkasten des Seitenständers.

Auch der Seitenständer ist mit einer schnellla[u]fenden Hilfspindel z[u] Arbeiten mit kleinen Werkzeugen ausgerüst[et], Abb. 17; diese ist in [de]r durchbohrten Hauptb[oh]rspindel angeordnet [un]d wird bei Nichtgebra[uc]h darin zurückgezogen, [da]mit man die Werkzeuge für die Hauptspindel einsetzen ka[nn]. Beim Arbeiten mit der Schnellaufspindel steht die Hauptspi[nde]l still, die Axialverstellung beim Bohren wird aber von der Hau[pt]spindel abgeleitet. Der Antrieb erfolgt folgerichtig bei groß[em] Arbeitsdurchmesser über die Zahnkranzplanscheibe, bei mit[tle]rem Arbeitsdurchmesser mittels eines größeren Stirnrades [au]f der Spindelhülse und bei kleinem Werkzeug unmittelbar auf [di]e Schnellaufspindel.

Von großer Bedeutung für die Betriebsicherheit [un]d Lebensdauer jeder Maschine ist die sichere Schmierung aller Triebwerkteile. Es ist heute selbstverständlich, daß m[an] das Räderwerk in ganz geschlossene Getriebekästen einba[ut], damit der Arbeiter gegen Unfälle und das Getriebe gegen Schm[utz] und Fremdkörper geschützt werden. Damit ist die Frage [de]r Schmierung des meist recht zusammengedrängten Triebwerks [zu] einer Aufgabe geworden, deren gute Lösung Überlegung u[nd] Erfahrung verlangt und nicht mehr, wie früher, der Werkst[att] überlassen werden kann. Schon beim Entwurf muß daher [au]f leichten Zusammenbau sowie auf gute Schmiermöglichkeit [ge]achtet werden. Nach Bedarf sind Ölfangrinnen, Schmi[er]pfannen, Schmiernuten und Bohrungen auf den Werkstattzei[ch]nungen der Einzelteile anzugeben. Bei der zusammengezogen[en] Bauart sind an jedem der Werkzeugschlitten viele (etwa 8…

mierstellen zu bedienen. Um dem Ar- er das Schmieren zu erleichtern und um i sicher zu sein, daß er keine Schmier- e übersieht, speist man eine größere An- der Schmierrohre aus einem Zentral- . Die Ölmenge kann für jedes Schmier- r geregelt und gegebenenfalls ganz ab- ellt werden. Vor größeren Betriebs- sen stellt man alle Schmierleitungen ge- nsam ab. Die Schmierrohre werden in Werkstatt an der Hand von Rohrplänen egt.

Die Werkzeugschlitten am Portal und am enständer haben Bedienungsbühnen, von en aus der Arbeiter das Werkzeug ein- len und beobachten, wie überhaupt alle egungen veranlassen kann, indem er die uerhebel sowie die Steuerschalter für den effenden Antriebsmotor bedient. Zur rwachung des weiteren Triebwerks die- Bedienungsbühnen am Fuße jedes Por- tänders, am Portalquerbalken sowie am enständer, auf die der Arbeiter über Lei- gelangt. Zum Drehen oder Schrägstel- des Seitenständers auf dem Bettschlitten nt ein besonderer Motor am Ständerfuß. Neigung des Ständers sowie der Werk- gschlitten wird an Gradeinteilungen ab- sen, und die genaue Winkelstellung wird ch Verriegelungen gesichert.

Gegenüber dem Seitenständer ist auf dem t ein Lünettenständer mit einstellbarem hrungslager zur Unterstützung langer sbohrstangen verstellbar. Die Lünette d nur mit der Hand eingestellt. Bevor n den Lünettenständer auf dem Bett ver- lt, hebt man ihn mittels exzentrisch an- rdneter Rollenlager etwas vom Bett ab, daß er auf Rollen läuft und von einem igen Mann leicht verschoben werden kann.

Die großen Ständer sind nicht wie früher ihrem Fuß aus einem Stück hergestellt, l, abgesehen von den Schwierigkeiten in Gießerei, die sperrigen Stücke das Lade- fil der Eisenbahn überschritten hätten. n hat sie darum auf besondere Bettschlit- aufgesetzt, mit diesen gut verschraubt ihre genaue Lage durch Paßkeile ge- iert. So war es möglich, auch für diese ßen Teile auf die meist schwer erhältlichen Sonderwagen zu ver- iten und sie auf gewöhnlichen Plattformwagen zu versenden.

Die bewußt einfachen, ganz auf ihren Zweck gerichteten men im ganzen Aufbau der Maschine, wirken in ihrer Schlichtheit harmonisch. Diese Einfachheit in der Formgebung gestattete auch, die großen Teile ganz oder teilweise nach Schablonen zu formen oder mindestens mit einfachen Rahmenmodellen auszukommen. [B 419]

Abb. 18. Vereinigtes Bohr- und Fräswerk.

D: Wärmewirtschaft auf der ersten rheinischen Braunkohlenmesse.

Die rheinische Braunkohlenmesse, die im Frühjahr dieses Jahres in Köln stattgefunden hat, war insbesondere eine sehr wertvolle Kundgung für die Fortschritte, die auf dem Gebiet wirtschaftlicher Ver- tung von Braunkohle in den verschiedensten Formen erreicht worden il. Wie wir dem Bericht von Prof. Grunewald in Heft 8 des „chiv für Wärmewirtschaft“ entnehmen, waren auf der Braunkohlen- se verschiedene Anlagen zum Trocknen von Brennstaub und von kettkohlen zu sehen, die den Grundsatz verwirklichen, daß man he Anlagen in die gesamte Wärme- und Energiewirtschaft neuzeit- er Brikettfabriken planmäßig eingliedern muß. Die neueren Fort- ritte der Dampftechnik, wie die Kessel für hochgespannten Dampf, Ruths-Speicher, die Verwendung von Gegendruck- und Anzapf- inen, die Ausnutzung der Wärme von Wrasen usw. ergeben hierbei e grundlegende Gesichtspunkte.

Eine Anlage zum Trocknen von Rohbraunkohle in einer Dreh- mel, welche durch die Feuergase einer Braunkohlenrostfeuerung und er Braunkohlenfeuerung mit Staubzusatz unmittelbar geheizt wird, te die Firma Büttner ausgestellt, wobei lehrreiche Vergleiche über Wirtschaftlichkeit dieser Trockenanlage und einer Gaserzeugeranlage öglicht wurden. Auch auf der Grube kann man Trockenanlagen für Rohbraunkohle oder Kohlenstaub errichten, nachdem man die Frage der Sonderwagen für den Transport von Kohlenstaub einwandfrei gelöst hat. Zum Beladen und Entladen solcher Sonderwagen, zum Fördern des Braunkohlenstaubes von den Trocknern zu den Brikettpressen und zum Absaugen des Brikettabriebes sowie des sonst anfallenden Kohlenstaubes in Schloten, Schneckenförderern und Stempelpressen kann man mit Vorteil Luft verwenden.

Die neuzeitliche Verwertung der Braunkohle wurde auf der Messe an Anlagen zur Erzeugung von Gas aus Rohbraunkohlen und Briketts sowie an Anlagen zur Reinigung des Gases und zur Gewinnung von Teer aus Braunkohlengas vorgeführt, wobei wesentliche technische Fortschritte zu verzeichnen waren. Auch Feuerungen für Dampfkessel, die bei verbesserter Wärmewirkung großen Brennstoffdurchsatz gestatten und alle Schürarbeit sowie das gefährliche, explosionsartige Zurückschlagen der Flamme vermeiden und sich daher für den Betrieb mit Rohbraunkohlen in Großanlagen besonders eignen, waren mehrfach zu sehen. Solche Feuerungen werden heute probeweise in viele Dampfkesselanlagen der großen Braunkohlenkraftwerke eingebaut.

Der erwähnte Bericht entwickelt schließlich auch einige Grundsätze für wirtschaftliche Verbrennung der Braunkohlenbriketts in Haus- und gewerblichen Feuerungen und stellt die neueren Fortschritte der Braunkohlenverwertung in Öfen der keramischen Industrie zusammen. [N 566]

Die Eigenschaften der Wasserturbinen bei gleichbleibender Drehzahl und stark veränderlichem Gefälle.

Von Dipl.-Ing. Robert Dubs, Oberingenieur der A.-G. der Maschinenfabriken von Escher Wyss & Cie., Zürich.

Ausgehend von den kennzeichnenden Bremskurven einer Turbine wird gezeigt, wie sich diese Kurven zur Feststellung der Eigenschaften einer Turbine bei gleichbleibender Drehzahl und veränderlichem Gefälle verwenden lassen. Die Ergebnisse werden dann weiter rechnerisch verfolgt, und es wird gezeigt, wie sich auf Grund von Näherungsformeln die Veränderung der Leistung und des Wirkungsgrades für eine Turbine zum voraus bestimmen läßt. Zum Schluß werden die Bremsergebnisse von drei verschiedenen Turbinentypen auf Grund der abgeleiteten Beziehungen ausgewertet.

Bei einer großen Zahl von Niederdruckanlagen ändert sich infolge des oft stark wechselnden Unterwasserspiegels das in der Turbine wirksame Gefäll in mehr oder weniger hohem Maße. Eine verhältnismäßig noch stärkere Änderung des Gefälles tritt jedoch bei Anlagen auf, die in oder an der Staumauer eines Speicherwerkes liegen, wo der Inhalt des Stausees durch Absenken des Wasserspiegels ausgenutzt wird. Anlagen dieser Art sind ausgeführt worden und in Betrieb, bei denen sich das wirksame Gefälle im Verhältnis 1 : 10 ändert. Die größte und rascheste Änderung des Gefälles würde jedoch die Ausnutzung von Ebbe und Flut mit sich bringen, da bei solchen Anlagen das Gefäll alle sechs Stunden auf Null zurückgeht.

Der Bau von Wasserturbinen für solche Verhältnisse und die Berechnung ihres Wasserdurchlasses, Wirkungsgrades und ihrer Leistung würde sich auf Grund der bekannten Beziehungen nun leicht durchführen lassen, wenn die Drehzahl jeweils entsprechend dem vorhandenen Gefälle geändert werden dürfte. Da jedoch die Wasserturbinen solcher Anlagen beinahe stets unmittelbar mit elektrischen Stromerzeugern gekuppelt sind, deren Periodenzahl (bei Wechselstrom) und Spannung (bei Gleichstrom) gleichbleiben muß, so ist auch die Drehzahl der Turbine trotz des stark wechselnden Gefälles konstant zu halten. Im folgenden sollen nun Beziehungen bekannt gegeben und abgeleitet werden, mit deren Hilfe es leicht und rasch möglich ist, sich ein Bild über das Arbeiten einer Wasserturbine bei gleichbleibender Drehzahl und veränderlichem Gefälle zu machen, auch wenn von der betreffenden Turbinenart keine Bremskurven vorhanden sind. Da es sich bei den Anlagen der oben beschriebenen Art nur um den Einbau von Reaktionsturbinen (Stauturbinen nach der Bezeichnung von Escher) handelt, so sollen im folgenden nur solche Turbinen in den Kreis der Betrachtungen gezogen werden.

Das Verhalten einer Turbine (d. h. deren Betriebseigenschaft) ist vollständig bekannt, wenn man durch einen möglichst umfassenden Bremsversuch bei gleichbleibendem Gefäll und gleichbleibender Turbinenöffnung in Funktion der Drehzahl die Veränderung des Drehmomentes und der Wassermenge bestimmt hat. In allen Turbinenprüfanstalten wird deshalb bei der Untersuchung neuer Konstruktionen stets so vorgegangen, daß bei einer möglichst großen Anzahl von jeweils gleichbleibend gehaltenen Öffnungen der Verlauf des Drehmomentes (mittels des Bremszaumes) und der Wassermenge in Funktion der Drehzahl gemessen wird. Da das Gefälle sich während der Versuche meistens nicht genau konstant halten läßt, so werden die Meßergebnisse mittels der bekannten Beziehungen auf konstantes Gefälle (meistens auf $H = 1$ m) umgerechnet. Bedeutet M das gemessene Drehmoment in mkg und Q die gemessene Wassermenge in m³/s bei der Drehzahl n_x, so erhält man die effektive Turbinenleistung N_e aus:

$$N_e = \frac{M\,\omega}{75} \quad . \; (1),$$

wobei

$$\omega_x = \frac{\pi\, n_x}{30} \quad , \; (2),$$

und die der Turbine zugeführte Leistung N_a aus:

$$N_a = \frac{\gamma\, Q\, H}{75} \quad . \; (3),$$

somit den Turbinenwirkungsgrad η aus:

$$\eta = \frac{N_e}{N_a} = \frac{M\,\omega}{\gamma\, Q\, H} \quad (4).$$

Abb. 1. Bremsdiagramm einer Turbine bei gleichbleibender Wassermenge.

Die Werte von M_x, $N_e = \frac{M_x\,\omega_x}{75}$, Q_x und η werden dann in Funktion von ω_x oder noch häufiger von n_x aufgetragen, u man erhält ein Diagramm, Abb. 1, das über die Eigenschaften d Turbine vollständigen Aufschluß gibt.

Man erkennt aus diesem Diagramm, daß die effektive Turbinenleistung N_e und der Wirkungsgrad η gleich Null werden f den Stillstand und das Durchbrennen (Leerlaufen) des Laufrad was sich selbstverständlich auch aus der Theorie ergibt.

Bei jeder Turbinenöffnung erreicht die Turbinenleistung für eine bestimmte Drehzahl n_{N_x} ein Maximum N_e', und ebenso erg sich für den Wirkungsgrad η ein Maximum η' für eine bestimm Drehzahl n_{η_x}. Wie leicht einzusehen ist, wird die Drehzahl d größten Leistung n_{N_x} mit der Drehzahl des besten Wirkungsgrades nur dann zusammenfallen, wenn die Wassermenge in Funktion der Drehzahl n_x konstant bleibt. Wie die Erfahrung gezeigt hat, und wie auch theoretisch nachgewiesen werden kan trifft dies nur bei Freistrahlturbinen zu, während bei Reaktionsturbinen der Wasserdurchlaß Q_x stets eine Funktion der Drehzahl n_x ist. Es wurde auch nachgewiesen[1]), daß das hydraulische Drehmoment M_x nur dann eine lineare Funktion der Drehzahl wenn die Wassermenge Q_x sich mit der Drehzahl n_x nicht ände Die vielfach benutzten Beziehungen

$$M_x = a_0 - b_0\, n_x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

wo a und b Konstante bedeuten, und

$$N_e = a\, n_x - b\, n_x^2 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

sind also nur mehr oder weniger rohe Annäherungen, die vi der Wirklichkeit um so stärker abweichende Ergebnisse liefe je mehr sich der Wasserverbrauch einer Turbine mit der Drehzahl ändert.

Aus Abb. 1 ist weiter zu ersehen, daß die Durchbrenndrehzahl $n_{x_{max}}$ mit kleiner werdender Beaufschlagung β, wie zu erwarten war, kleiner wird, und dementsprechend wird die Drehzahl der größten Leistung und des besten Wirkungsgrades mit kleiner werdender Öffnung ebenfalls kleiner. Es ist also nicht möglich, eine Turbine zu konstruieren, die bei gleichbleibender Drehzahl und gleichbleibendem Gefälle bei jeder Beaufschlagung mit dem besten Wirkungsgrad der betreffenden Beaufschlagung arbeitet. Die normale Drehzahl n_0 des betreffenden Turbinentyps wird nun meistens so gewählt, daß die Wirkungsgradkurve für 7/8 Leistung im Höchstwert geschnitten wird. Der Höchstwert des Wirkungsgrades für 8/8 Leistung liegt dann bei einer etwas höheren Drehzahl und die Höchstwerte für 6/8, 5/8 und 4/8 Leistung bei kleineren Drehzahlen. Dementsprechend ist die Durchbrenndrehzahl $n_{x_{max}}$ für 8/8 Leistung ein Mehrfaches der normalen Drehzahl n_0.

Dies gilt für ein gleichbleibendes Betriebsgefälle. Wenn sich hingegen das Gefälle (infolge Wasserspiegelschwankungen, bedingt durch die verschiedene Wasserführung des betreffenden Flusses) stark ändert, so wählt man, um eine möglichst wirtschaftliche Ausnutzung der Wasserkraft zu erzielen, die normale Drehzahl n_0 so, daß bei dem am meisten vorkommenden Gefälle der Gipfel der Wirkungsgradkurve bei 6/8 Leistung herausgeschnitten wird. Steigt dann das Gefälle und nimmt die Wasserführung des Flusses ab, was meistens der Fall ist, so arbeitet die Turbine mit Teilbeaufschlagung kleiner als 6/8 und einem relativ kleineren n_0 $\left(\text{da } n_{1_0} = \frac{n_0}{\sqrt{H}}\right)$ mit einem besseren Wirkungsgrad (der in der Nähe des Maximums des Wirkungsgrades der betrefenden Beaufschlagung liegt), als wenn die normale Drehzahl n_0 wie früher gewählt worden wäre. Bei kleiner werdendem Gefälle, also wachsendem n_{1_0} und größerer Beaufschlagung als 6/8 wird dann die Turbine auch wieder annähernd mit dem besten Wirkungsgrad arbeiten.

Da jedoch die Durchbrenndrehzahl $n_{x_{max}}$ immer die gleiche bleibt, da sie eine Eigenschaft des betreffenden Turbinentyps ist, so wird das Verhältnis zwischen $n_{x_{max}}$ und n_0 in diesem Falle größer als im ersten, bei dem H_0 konstant war. Wenn also e

[1]) „Vergleichende Untersuchungen an Reaktions-Niederdruckturbinen" von Prof F. Prášil, Sonderabdruck aus der Schweiz. Bauzeitung 1905.

…urbine bei gleichbleibendem und noch mehr bei stark wechseln…m Gefäll auch bei Teillast noch einen guten Wirkungsgrad er…ben soll, so ist bei jedem Turbinentyp die normale Drehzahl n_0 … zu wählen, daß die Wirkungsgradkurve für ⅞ oder noch …sser für $^6/_8$ Leistung in ihrem Höchstwert getroffen wird. Die …urchbrenndrehzahl $n_{x_{max}}$ wird dann mindestens doppelt so …oß wie die normale Drehzahl n_0. Es wird hier auf diesen Punkt …shalb besonders eindringlich hingewiesen, weil aus Kreisen von …chtfachleuten immer wieder das unerfüllbare Verlangen gestellt …rd, unter Beibehaltung der guten Wirkungsgrade die Durch…enndrehzahl auf irgend eine vorgeschriebene Größe zu ver…ngern. Es handelt sich hier um gewisse Naturvorgänge, welche …h eben nicht durch andere „Winkelgebung" des Laufrades …erlisten lassen.

Es sollen nun die Eigenschaften einer Turbine untersucht …rden, wenn deren Drehzahl n_0 und Öffnung β konstant bleibt, …ährend sich das Gefälle H ändert.

Es bedeute in den folgenden Entwicklungen H_0 in m das …fälle für die Leistung N_0 in PS und die Wassermenge Q_0 in …/s. Mit n_0 sei die normale Drehzahl bezeichnet.

Aus der Charakteristik nach Abb. 1 erhält man nun für …e beliebige aber gleichbleibende Öffnung β_x den Verlauf von Q … Funktion von n_x und ebenso den jeweils zugehörigen Wir…ngsgrad η. Wenn man nun z. B. die Kurve der vollen Be…fschlagung β_{100} herausgreift, so erhält man für jedes n_x die …gehörige Wassermenge Q und den Wirkungsgrad η. Die Ver…derung von n_x ist nun in Abb. 1 durch die Veränderung der …ehzahl n_x bei gleichbleibendem Gefälle H_0 erreicht worden. …ese Veränderung kann nun aber auch bei gleichbleibender …ehzahl n_0 durch Veränderung des Gefälles H_x erzielt werden. … ist in letzterem Falle dann einfach das zu einer bestimmten …rehzahl n_0 zugehörige Gefälle H_x für ein bestimmtes n_x zu be…chnen. Man hat

$$\frac{n_x}{\sqrt{H_0}} = \frac{n_0}{\sqrt{H_x}}$$

…d somit

$$H_x = \left(\frac{n_0}{n_x}\right)^2 H_0 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (7).$$

… jedem n_x gehört aber für $\beta = 100$ vH ein ganz bestimmtes Q, …s sich dann auch wieder für gleichbleibende Drehzahl n_0 und …s veränderliche Gefälle H_x berechnen läßt, da

$$\frac{Q}{\sqrt{H_0}} = \frac{Q_x}{\sqrt{H_x}}$$

…d nach Gl. (7)

$$\sqrt{H_x} = \left(\frac{n_0}{n_x}\right)\sqrt{H_0};$$

…mit wird

$$Q_x = Q\left(\frac{n_0}{n_x}\right) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (8).$$

…s Gl. (7) läßt sich dann das Gefälle H_x berechnen und aus …. (8) die zugehörige Wassermenge Q_x. Da der Wirkungsgrad …r das gleiche n_x gleichbleibt, so kann er ohne weiteres aus …b. 1 entnommen und in die Charakteristik für H_x, Q_x und η …getragen werden. In Abb. 2 sind nun auf Grund der vor…hend angeführten Beziehungen die Umrechnungsergebnisse der …-, Q- und η-Charakteristik, Abb. 1, in die H_x-, Q_x- und η-Cha…kteristik für einen besonderen Fall eingetragen.

Zu Gl. (7) und (8) ist zu bemerken: Ist die Wassermenge … keine Funktion der Drehzahl n_x, sondern mit der Drehzahl …nstant (Freistrahlturbine, Girardturbine) und wird z. B. … $= \varphi\, n_0$ angenommen, so ergibt sich aus Gl. (7)

$$H_x = \frac{1}{\varphi^2} H_0 = \mu H_0$$

…d aus Gl. (8)

$$Q_x = \frac{Q}{\varphi},$$

…h. die Wassermenge ändert sich in diesem Falle bei gleich…eibender Drehzahl n_0 und veränderlichem Gefälle H_x genau mit …r Quadratwurzel aus dem Gefälle.

Ist die Durchbrenndrehzahl

$$n_{x_{max}} = m\, n_0,$$

… folgt aus Gl. (7)

$$H_{x_m} = \left(\frac{1}{m}\right)^2 H_0 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (9);$$

… bedeutet dann H_{x_m} dasjenige Gefälle, bei dem die unbelastete …rbine bei voller Öffnung ($\beta = 100$ vH) gerade noch die Dreh…hl n_0 erreicht, da aus Abb. 1 hervorgeht, daß für die Durchbrenndrehzahl $n_{x_{max}}$ der Wirkungsgrad η und damit die Leistung N_e zu null wird. Da das Verhältnis m zwischen Durchbrenndrehzahl und der gleichbleibenden Drehzahl n_0 für kleiner werdende Öffnungen β infolge des kleiner werdenden $n_{x_{max}}$ immer kleiner wird, so folgt aus Gl. (9), daß das Leerlaufgefälle H_{x_m} bei kleiner werdender Öffnung β immer größer wird.

In der bereits erwähnten Abhandlung von Prášil wurde nachgewiesen, daß bei gleichbleibender Wassermenge (Q keine Funktion der Drehzahl) das hydraulische Drehmoment eine lineare Funktion der Drehzahl n_x ist. Nach Gl. (6) ändert sich dann die effektive Turbinenleistung (wenn man den mechanischen Wirkungsgrad ≈ 1 annimmt) nach einer Parabel von der Gleichung

$$N = a\, n_x - b\, n_x^2.$$

Wenn man nun mit N_0 die Höchstleistung bei der Drehzahl n_0 und der Öffnung $\beta = 100$ vH bezeichnet, so lassen sich die Konstanten a und b aus den beiden Gleichungen

$$0 = a\, 2\, n_0 - b\, 4\, n_0^2$$

und

$$N_0 = a\, n_0 - b\, n_0^2$$

zu

$$a = 2\,\frac{N_0}{n_0} \text{ und } b = \frac{N_0}{n_0^2}$$

berechnen. Somit wird

$$N = N_0\left[2\left(\frac{n_x}{n_0}\right) - \left(\frac{n_x}{n_0}\right)^2\right] = N_0\, \nu \quad \ldots \ldots (10).$$

Abb. 2. Umschwung der n_x-, Q- und η-Charakteristik in Abb. 1 in die H_x-, Q_x- und η-Charakteristik.

Da, wie schon früher erwähnt, bei gleichbleibender Wassermenge der Verlauf des hydraulischen Wirkungsgrades abhängig von der Drehzahl genau gleich ist, wie der Verlauf der Leistung, so kann man ohne weiteres den Wirkungsgradverlauf angeben durch die Gleichung

$$\eta = \eta_0\left[2\left(\frac{n_x}{n_0}\right) - \left(\frac{n_x}{n_0}\right)^2\right] = \eta_0\, \nu,$$

wo nun η_0 den höchsten Wirkungsgrad bei der Konstruktionsdrehzahl n_0 bedeutet.

Diese Gleichung kann nun mit Hilfe von Gl. (7) so umgeformt werden, daß man die Veränderung des Wirkungsgrades bei gleichbleibender Drehzahl n_0 abhängig vom Gefälle H_x erhält. Es war

$$H_x = \left(\frac{n_0}{n_x}\right)^2 H_0,$$

somit

$$\eta = \eta_0\left(2\sqrt{\frac{H_0}{H_x}} - \frac{H_0}{H_x}\right) = \eta_0\, \nu' \quad \ldots \ldots (11).$$

Hieraus ergibt sich, daß für $H_x = \frac{H_0}{4}$ der Wirkungsgrad $\eta = 0$ wird.

Daraus würde folgen, daß eine Turbine, deren Leistungscharakteristik (Leistung in Funktion der Drehzahl bei gleichbleibender Öffnung und gleichbleibendem Gefälle) eine Parabel nach Gl. (10) ist, beim vierten Teil des Konstruktionsgefälles H_0 und bei voller Öffnung gerade noch die Konstruktionsdrehzahl n_0 erreichen würde, ohne Leistungsabgabe nach außen. Dies setzt allerdings noch voraus, daß die Konstruktionsdrehzahl n_0 mit der Drehzahl der Höchstleistung (s. Abb. 1) zusammenfällt.

Berechnet man nach Gl. (11) für verschiedene Gefälle $H_x = \mu H_0$ die zugehörigen Wirkungsgrade und Leistungen, so erhält man die in Zahlentafel 1 wiedergegebene Übersicht.

In Abb. 2 ist nun der Verlauf des Wirkungsgrades und der Leistung nach Zahlentafel 1 aufgetragen, und es zeigt sich, daß der Verlauf der Leistung abhängig vom Gefälle bei gleichbleibender Drehzahl beinahe linear ist. Würde die Drehzahl n_0 entsprechend dem Gefälle H_x geändert werden, so würde die Turbine stets mit dem höchsten Wirkungsgrad und der höchsten Leistung arbeiten, und die Leistung würde sich dann nach der semikubischen Parabel

$$N = N_0 \sqrt{\left(\frac{H_x}{H_0}\right)^3} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (12)$$

(s. Abb. 2) ändern. Da dies die beste Betriebsart ist, so muß die vom Gefäll abhängige Leistung bei gleichbleibender Drehzahl stets kleiner oder höchstens gleich der nach Gl. (12) berechneten Leistung sein. Da ferner, wie vorstehend bewiesen, die Änderung der Leistung bei gleichbleibender Drehzahl und veränderlichem H unter gewissen Voraussetzungen linear verläuft, so liegt es nahe, diese Änderung nach der Tangente der semikubischen Parabel im Punkte $H_x = H_0$ anzunehmen.

Durch Differentiation von Gl. (12) ergibt sich für den Neigungswinkel der Tangente

$$\frac{d\,N}{d\,H_x} = \frac{3}{2} N_0 \sqrt{\frac{H_x}{H_0^3}}$$

und für $H_x = H_0$

$$\left|\frac{d\,N}{d\,H_x}\right|_{H_x \; H_0} = \frac{3}{2}\frac{N_0}{H_0} = \operatorname{tg}\alpha \quad \ldots \ldots \ldots (13).$$

Die Gleichung der Tangente an die semikubische Parabel im Punkte $H_x = H_0$ und $N = N_0$ lautet dann

$$N = \frac{N_0}{2}\left(3\frac{H_x}{H_0} - 1\right) = \psi'' N_0 \quad \ldots \ldots \ldots (14).$$

Aus dieser Gleichung ist zu ersehen, daß für

$$H_x = \frac{1}{3} H_0 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (15)$$

die Leistung N zu null wird, während früher dafür $H = \frac{1}{4} H_0$ (Q gleichbleibend mit n) gefunden wurde. Rechnet man nach Gl. (9) das Verhältnis m zwischen Durchgangsdrehzahl und normaler Drehzahl, so folgt nun hierfür nach Gl. (15)

$$\frac{H_x}{H_0} = \frac{1}{3} = \left(\frac{1}{m}\right)^2,$$

d. h.

$$m = \sqrt{3} = 1{,}732 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (15a).$$

Dies ist ein Wert, wie er früher für die normalen Schnelläuferturbinen mit Löffelschaufeln (Q nicht gleichbleibend mit n) üblich war. Auf Grund von Gl. (14) läßt sich dann Zahlentafel 2 berechnen.

Wenn man die Werte von Zahlentafel 2 mit denen der Zahlentafel 1 vergleicht, so erkennt man leicht, daß die Änderung der Leistung bei gleichbleibender Drehzahl und veränderlichem Gefäll auf einem großen Gebiet mit genügender Genauigkeit nach der Tangente an die semikubische Parabel angenommen werden kann.

Auf den linearen Verlauf der Leistung bei gleichbleibender Drehzahl in Funktion des Gefälles hat auf Grund von umgerechneten Versuchsergebnissen bereits Bachmeteff[1]) aufmerksam gemacht, und aus dieser Feststellung hat dann Scheuer[2]) rückwärts die Änderung der Leistung in Funktion der Drehzahl bei gleichbleibendem Gefälle berechnet. Allein weder Bachmeteff noch Scheuer haben für ihre Feststellungen eine theoretische Erklärung gegeben, wie dies nun im Vorstehenden versucht wird. Nach Scheuer ist die Leistungsänderung gekennzeichnet durch die Beziehung

$$N = a\,n - b\,n^3,$$

aus der man erkennt, daß die Leistung sich nicht nach einer quadratischen [s. Gl. (6)], sondern nach einer kubischen Parabel ändert, was für raschlaufende Reaktionsturbinen gut mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmt. Bezeichnet man mit N_0 die Höchstleistung für die Drehzahl n_0 und mit n_m die Durchgangsdrehzahl, so ergeben sich die Konstanten a und b in der Formel von Scheuer zu

$$a = \frac{n_m^2 N_0}{n_m^2 n_0 - n_0^3}, \quad b = \frac{N}{n_m^2 n_0 - n_0^3}$$

und daraus

$$N = \frac{N_0}{n_m^2 n_0 - n_0^3}(n_m^2 n - n^3) \quad \ldots \ldots \ldots (16)$$

Durch Differentiation dieser Gleichung nach n erhält man diejenige Drehzahl n_0, für welche die Leistung ihren Höchstwert erreicht, zu

$$n_0 = \frac{n_m}{\sqrt{3}} = 0{,}577\, n_m,$$

was mit dem früher gefundenen Ergebnis, Gl. (15a), vollständig übereinstimmt. Setzt man den für n_0 gefundenen Wert in Gl. (16) ein, so erhält man

$$N = \frac{3\sqrt{3}}{2} N_0 \left(\frac{n}{n_m} - \frac{n^3}{n_m^3}\right) \quad \ldots \ldots \ldots (17)$$

Diese Gleichung kann nun ohne weiteres auch anstatt auf die Durchgangsdrehzahl n_m auf die Normaldrehzahl $n_0 = \frac{n_m}{\sqrt{3}}$ bezogen werden und erhält dann die Form

$$N = \frac{3}{2} N_0 \left(\frac{n}{n_0} - \frac{n^3}{3\,n_0^3}\right) \quad \ldots \ldots \ldots (18)$$

Auf Grund der vorstehenden Ausführungen läßt sich nun ganz allgemein die Gleichung der Geraden, die den Verlauf der Leistung bei gleichbleibender Drehzahl in Funktion des Gefälles wiedergibt, ableiten. Die Turbine soll beim Gefälle H_0 eine bestimmte Leistung N_0 bei einer gleichbleibenden Drehzahl n_0 abgeben. Die Gerade muß also durch diesen Punkt gehen. Ist ferner das Verhältnis m zwischen der Durchgangsdrehzahl n_m und der Normaldrehzahl n_0 beim Gefälle H_0 bekannt, so muß die Leistungsgerade ebenfalls durch den durch Gl. (9) bestimmten Punkt $\frac{H_{x_m}}{H_0} = \left(\frac{1}{m}\right)^2$ für $N = 0$ gehen.

Unter Berücksichtigung dieser Bedingungen erhält man dann die allgemeine Leistungsgleichung

$$N = N_0 \frac{m^2 \frac{H}{H_0} - 1}{m^2 - 1} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (19)$$

Aus dieser Gleichung folgt für $m = \sqrt{3}$ ohne weiteres Gl. (14). Für $\frac{H}{H_0} = 0$, d. h. für $H = 0$ ergibt sich $N = -\frac{N_0}{m^2 - 1}$. Dieser Wert würde diejenige Leistung bedeuten, die an die Turbinenwelle abgegeben werden muß, damit die Turbine beim Gefäll Null und offenem Leitapparat sich noch mit der normalen Drehzahl n_0 dreht. Diese Leistung würde also durch Reibung und Wirbelung im Laufrade verzehrt. Es liegt nahe, anzunehmen, daß dieser Leistungsaufwand beinahe unabhängig von der Stellung der Leitschaufeln ist und deshalb für alle Leitschaufelöffnungen nahezu gleich bleibt. Abb. 4, 6, 8 und 10 zeigen auch, daß diese Annahme mit großer Annäherung zutrifft. Man muß sich jedoch immer darüber im klaren sein, daß bei größeren Abweichungen vom Normalgefälle H_0 $\left(0{,}5 < \frac{H}{H_0} < 2\right)$ die vorstehend abgeleiteten Beziehungen nur noch eine rohe Annäherung an die Wirklichkeit ergeben, und daß man dann auf die Bremskurven zurückgreifen muß, wenn eine größere Genauigkeit verlangt wird.

Infolge des Umstandes, daß die Leistungsgerade für alle Leitschaufelöffnungen auf der Ordinatenachse

Zahlentafel 1. Wirkungsgrad und Leistung abhängig vom Gefälle bei gleichbleibender Drehzahl.

H_x	$\eta = \nu' \eta_0$	$N = \psi' N_0$
0,25 H_0	0 · η_0	0 · N_0
0.35 H_0	0.52 η_0	0,1074 N_0
0.45 H_0	0.757 η_0	0,2280 N_0
0,60 H_0	0.915 η_0	0,4240 N_0
0,80 H_0	0,990 η_0	0,7060 N_0
1,00 H_0	1,000 η_0	1,000 N_0
1,20 H_0	0,990 η_0	1,300 N_0
1,40 H_0	0,973 η_0	1,614 N_0
1,60 H_0	0,954 η_0	1,932 N_0
1.80 H_0	0,935 η_0	2.255 N_0
2.00 H_0	0.9142 η_0	2,580 N_0
2,50 H_0	0.8650 η_0	3.420 N_0
3,00 H_0	0,8220 η_0	4,270 N_0

Zahlentafel 2. Leistung abhängig vom Gefälle bei gleichbleibender Drehzahl.

$H_x = \mu H_0$	$N = \psi'' N_0$
0,333 H_0	0,000 N_0
0.450 H_0	0,175 N_0
0,600 H_0	0,400 N_0
0,800 H_0	0,700 N_0
1,000 H_0	1,000 N_0
1,200 H_0	1,300 N_0
1,400 H_0	1,600 N_0
1,600 H_0	1.900 N_0
1,800 H_0	2,200 N_0
2,000 H_0	2,500 N_0
2,500 H_0	3,250 N_0
3,000 H_0	4,000 N_0

[1]) Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen Bd. 8 (1911) S. 7.

[2]) Dgl. Bd. 8 (1911) S. 417.

Abb. 3. Charakteristik einer Francisturbine für $n_s = 130$ bei veränderlichem n.

Abb. 4. Charakteristik der effektiven Leistung und des Wirkungsgrades in Abhängigkeit vom Nettogefälle H bei der normalen Francisturbine.

urch den gleichen Punkt gehen, kann man den Verlauf der eistung auch bei Teilbeaufschlagung leicht angeben.

Bei den vorstehenden Ableitungen wurde, wie bereits erähnt, angenommen, daß die Drehzahl n_0 der größten Leistung n n-, Q-, η-, N-Diagramm der Berechnung zugrunde gelegt ird. Abb. 1 bis 10 sind alle auf Grund dieser Annahme aus ersuchsergebnissen berechnet und aufgezeichnet worden. Die rehzahl der größten Leistung fällt aber nur dann mit der Drehahl des höchsten Wirkungsgrades zusammen, wenn der Wasserrbrauch der Turbine bei gleichbleibendem Gefäll in Funktion er Drehzahl unveränderlich ist. Diese Annahme trifft aber, wie ereits erwähnt, nur für reine Druckturbinen (Freistrahlturbine, irardturbine) zu, während bei Überdruckturbinen (Francisırbine, Kaplanturbine, Propellerturbine) der Wasserverbrauch er Turbine sich mit der Drehzahl um so stärker ändert, je rößer die Schnelläufigkeit (spez. Drehzahl) der Turbine ist.

Bei den neuzeitlichen raschlaufenden Niederdruck-Reaktionsırbinen ist der Verlauf der Wassermenge bei gleichbleibendem efäll und gleichbleibender Öffnung in Funktion der Drehzahl einah genau linear, und die Turbine schluckt um so mehr Vasser, je rascher sie läuft. Dies hat zur Folge, daß einerseits ie Drehzahl des besten Wirkungsgrades stets kleiner als die rehzahl der größten Leistung bei der betreffenden Öffnung ist, nd anderseits der Wasserdurchlaß der Turbine bei gleichbleienden Werten von Drehzahl und Öffnung und bei veränderlichem efälle sich nicht mit der Quadratwurzel aus dem Gefälle, sonern weniger stark ändert, was besonders für Niederdruckanlagen ei Hochwasser von großem Vorteil ist. Diese raschlaufenden berdruckturbinen (Propellerturbinen, Kaplanturbinen) eignen ch also auch infolge dieser Eigenschaft ganz besonders zur usnutzung stark wechselnder Gefälle, sofern diese einen geissen Höchstwert (rd. 20 m) nicht überschreiten.

In Abb. 3 ist die Charakteristik einer gewöhnlichen Francisırbine (spez. Drehzahl $n_s \sim 130$) im n-, Q-, N-, η-Diagramm für olle Öffnung dargestellt, wie sie seinerzeit von Prof. Prášil veröffentlicht wurde, und in Abb. 4 sind die zusammengehörigen Werte dieser Charakteristik in das H-, Q-, N-, η-Diagramm übertragen. Wie man aus Abb. 4 erkennt, arbeitet diese Turbine bei einer angenommenen gleichbleibenden Drehzahl $n = 140$ Uml./min bei voller Öffnung von 2,7 bis 6,1 m Gefälle mit mehr als 80 vH Wirkungsgrad. Bei 4 m Gefäll arbeitet sie mit ihrem besten Wirkungsgrad ($\eta = 85$ vH). Bis zu einem Gefällrückgang von 32,5 vH und einer Gefällsteigerung bis zu 52,5 vH arbeitet diese Turbine bei gleichbleibender Drehzahl noch mit mehr als 80 vH Wirkungsgrad. Der Verlauf des Wirkungsgrades η, der Leistung N und der Wassermenge Q ist auch für die gleichbleibenden Öffnungen $\beta = {}^9/_{12}$ und ${}^6/_{12}$ ohne weiteres aus Abb. 4 zu ersehen. Es zeigt sich auch hier, daß der Verlauf der Leistung auf einem weiten Gebiete beinahe genau linear ist.

Die Charakteristik einer von Escher Wyss & Cie. konstruierten sogenannten Expreßläuferturbine[1]) ist in Abb. 5 für volle Öffnung und für eine Turbine mit einer spez. Drehzahl von $n_s \approx 450$ dargestellt. In Abb. 6 sind die entsprechenden Werte für Voll- und Teilöffnungen in das H-, Q-, N-, η-Diagramm übertragen. Es zeigt sich auch hier, daß der Verlauf der Leistung abhängig vom Gefälle bei gleichbleibender Turbinenöffnung beinah linear ist. Diese Turbine hat außerdem die wertvolle Eigenschaft, daß der Wirkungsgrad η in Funktion des Gefälles H sich weit weniger ändert, als bei der gewöhnlichen Francisturbine. Bei $\beta = 88$ vH Turbinenöffnung z. B. beträgt der Wirkungsgrad von 3,5 bis 11,5 m Gefälle mehr als 80 vH. Bei $H = 5{,}5$ m Gefäll erreicht der Wirkungsgrad seinen Höchstwert mit $\eta = 86$ vH. Diese Turbine arbeitet also bis zu einem Gefällrückgang von 36,5 vH und einer Gefällsteigerung von 110 vH mit mehr als 80 vH Wirkungsgrad, sofern das Gefälle von 5,5 m als Konstruktionsgefälle gewählt wird.

In Abb. 6 ist dann noch für die gleichbleibenden Turbinenöffnungen $\beta = 100$, 75, 62 und 50 vH der Verlauf der Wasser-

[1]) s. Escher, „Die Theorie der Wasserturbinen"; vergl. a. Z. Bd. 65 (1921 S. 409.

Abb. 5. Charakteristik des Wirkungsgrades und der effektiven Leistung in Abhängigkeit von der Umlaufzahl bei der Expreßläuferturbine.

Abb. 6. Charakteristik des Wirkungsgrades und der effektiven Leistung in Abhängigkeit vom Nettogefälle bei der Expreßläuferturbine.

Abb. 7. Charakteristik des Wirkungsgrades und der effektiven Leistung in Abhängigkeit von der Umlaufzahl bei der Propellerturbine, Laufrad A.

Abb. 9. Charakteristik des Wirkungsgrades und der effektive[illegible] Leistung in Abhängigkeit von der Umlaufzahl bei der Propellerturbine, Laufrad B.

Abb. 8. Charakteristik des Wirkungsgrades und der effektiven Leistung in Abhängigkeit vom Nettogefälle bei der Propellerturbine, Laufrad A.

Abb. 10. Charakteristik des Wirkungsgrades und der effektiven Leistung in Abhängigkeit vom Nettogefälle bei der Propellerturbine, Laufrad B.

menge Q, der Leistung N und des Wirkungsgrades η eingetragen. Man erkennt ohne weiteres, daß diese Turbine sich ganz besonders zur Ausnutzung stark wechselnder Gefälle eignet, da erstens der Verlauf der Wirkungsgradkurven in Funktion des Gefälles sehr flach ist und zweitens der Wasserdurchlaß Q der Turbine bei kleiner werdendem Gefälle viel weniger zurückgeht als bei einer gewöhnlichen Francisturbine.

Das Streben nach weiterer Erhöhung der Schnelläufigkeit hat Prof. Dr. Kaplan, Brünn, dazu geführt, ganz neue Konstruktionen vorzuschlagen, über die eingehend berichtet worden ist[1]).

Kaplan gelang es, mit seiner Turbine spez. Drehzahlen zu erreichen, denen man sich vorher bei keiner andern Konstruktion genähert hatte. Die mit diesen Turbinen erzielten Versuchsergebnisse waren bei sehr großer Schnelläufigkeit so vorzüglich, daß sich die bedeutendsten Turbinenfirmen Europas zur Ausnutzung dieser Erfindung zum „Kaplanturbinenkonzern" zusammenschlossen.

Die wirtschaftliche Forderung, bei hoher Schnelläufigkeit möglichst hohe Wirkungsgrade bei einfachster Bauweise zu erreichen, hat die Firma Escher Wyss & Cie. veranlaßt, auf dem bei der Konstruktion des Expreßläufers eingeschlagenen Wege weiter zu schreiten, und es ist ihr gelungen, eine Konstruktion zu schaffen, die den gestellten Bedingungen gut entspricht. Da diese Neukonstruktion hinsichtlich des Laufrades den Typen gleicht, die seit einiger Zeit unter der Bezeichnung „Propellerturbinen" bekannt geworden sind, so soll diese Bezeichnung auch für die vorliegende Bauart angenommen werden. Über die Einzelheiten dieser Konstruktion wird an dieser Stelle später eingehend berichtet werden; hier sollen nur die Betriebseigenschaften dieser Turbine zur Sprache kommen.

[1]) Vergl. Zeitschrift d. östr. Ing.- u. Architekten-Vereins 1919 Heft 47 u. f., s. a. Z. Bd. 65 (1921) S. 409 u. f. S. 679 S. 1035 u. f., Z. Bd. 67 (1923) S. 444, Z. Bd. 68 (1924) S. 359 u. 360.

In Abb. 7 ist die Charakteristik einer Propellerturbine b[illegible] voller Öffnung im n-, Q-, N-, η-Diagramm dargestellt, und [illegible] zeigt sich, daß die spez. Drehzahl der größten Leistung $n_s \approx 6$[illegible] beträgt.

In Abb. 8 ist für eine gleichbleibende Drehzahl $n = 5$[illegible] im H-, Q-, N-, η-Diagramm für die Öffnung $\beta = 100$, 88, [illegible] 62 und 50 vH der Verlauf der verschiedenen Größen dargestel[illegible] Man erkennt, daß die Leistung dieser Turbine in Funktion d[illegible] Gefälles H genau linear verläuft. Der Wirkungsgrad der Ve[illegible]suchsturbine war außerordentlich hoch, indem bei 75 vH Öffnu[illegible] über 90 vH erreicht wurden. Wie Abb. 8 ferner zeigt, verlauf[illegible] die Wirkungsgradkurven in Funktion des Gefälles sehr flac[illegible] und die Turbine arbeitet z. B. bei einer Öffnung von 75 vH v[illegible] 4 bis 15,5 m Gefälle mit mehr als 80 vH Wirkungsgrad. Der be[illegible] Wirkungsgrad von $\eta \approx 90{,}5$ vH ist bei dieser Öffnung bei ein[illegible] Gefälle von 6 m vorhanden, und die Turbine arbeitet bis [illegible] einem Gefällrückgang von 33,3 vH und einer Gefällsteigeru[illegible] von 158,5 vH mit mehr als 80 vH Wirkungsgrad. Diese Turbin[illegible] eignen sich also in noch weit höherem Maße als die Expreßläuf[illegible] für die wirtschaftliche Ausnutzung stark veränderlicher Gefäl[illegible]

In Abb. 9 und 10 sind die Versuchsergebnisse einer Pr[illegible]pellerturbine mit einem Laufrade größerer Schluckfähigk[illegible] wiedergegeben. Diese Turbine mit Laufrad B ist infolge ihr[illegible] größeren Schluckfähigkeit etwas billiger als die mit Laufrad [illegible] allein es zeigt sich, daß dann naturgemäß auch nicht mehr [illegible] sehr guten Wirkungsgrade des Laufrades A erreicht werd[illegible] können. Der Verlauf der kennzeichnenden Kurven ist im üb[illegible]gen qualitativ der gleiche wie bei Laufrad A.

Die Kaplanturbine und die Propellerturbine sind, wie a[illegible] den mit diesen Turbinen erzielten Ergebnissen hervorgeht, [illegible] hohem Maße geeignet, den wirtschaftlichen Ausbau der Nied[illegible]druckwasserkräfte zu fördern. [B 342]

Die mechanische Schmierung der Eisenbahnachsen.

Von Dr.-Ing. W. Friedrich, Altrahlstedt.

Die Vorteile der mechanischen Schmierung insbesondere der Rollenkettenschmierung, Bauart Schneider-Friedrich, und ihre Versuchsergebnisse.

n den ersten Zeiten des Eisenbahnwesens diente zum Schmieren der Achslager eine aus Pflanzenfetten hergestellte Starr- schmiere. Doch bereits in den 50er Jahren des vorigen Jahr- nderts wurde für Wagenlager Ölschmierung eingeführt, da die arrschmiere bei niedriger Temperatur einen so großen Reibungs- iderstand in den Lagern erzeugte, daß die Zugkraft der Loko- otiven nicht genügend ausgenutzt werden konnte. Schon bei n ersten Ölschmierungen dienten Schmierpolster zur Heranfüh- ng des Öles an den Achsschenkel. Ein solches Schmierpolster steht in der am häufigsten gebrauchten Ausführung aus dem gentlichen aus Wolle- oder Baumwollefäden gewebten Polster, as durch ein federndes Gestell gegen den Zapfen gedrückt wird, d besonderen Saugdochten aus Baumwolle, die dem Polster das l zuführen.

Bei der Polsterschmierung ist also die sichere Förderung s Schmieröles an den Achsschenkel lediglich von der Saugwir- ng der Dochte, diese wiederum von der Reinheit des Öles ab- ingig. Letzteres darf weder Wasser noch Teer, noch Asphalt ch Harz, noch mechanische Verunreinigungen in nennens- ertem Maße enthalten, sollen die Dochte längere Zeit wirksam eiben. Über die Reinheit des Öles machen daher auch alle isenbahnen genaue Vorschriften. Den großen im Freien auf- etenden Wärmeunterschieden (— 35 bis + 40 Grad) begegnet an durch ein dickflüssigeres Sommer- und ein dünnflüssigeres interöl.

Obwohl nur beste, der Jahreszeit angepaßte Öle verwendet erden und jährlich ein Drittel aller Polster erneuert wurde, uft doch noch jährlich jeder 10. Wagen oder jedes 40. Lager bei n Hauptbahnen heiß, in rauheren Betrieben wie Hüttenwerken wa doppelt so viel. Der Ölverbrauch ist hoch.

Auch wußte man seit den Versuchen, die Tower anfangs r 80er Jahre in England machte, daß die Reibung bei Polster- hmierung erheblich höher war als bei reichlicher Ölzuführung f mechanischem Wege. Tower fand, daß die geringste Reibung eim Ölbade auftrat, das heißt dann, wenn dem Lager so viel Öl geführt wurde, wie es irgend aufnehmen konnte, und daß die eibung bei Polsterschmierung mit einer Reibungsziffer von 0,01 ebenmal so groß war wie die beim Ölbad mit einer Reibungs- ffer von 0,0014.

Es hat daher nicht an Versuchen gefehlt, die Polsterschmie- ng durch mechanische Schmierungen zu ersetzen, die unab- ängig von der Reinheit des Öles sind und die durch Zuführung oßer Ölmengen die Reibung vermindern. Man verwendete ollen der verschiedensten Art, Ringe und Ölförderscheiben. llen diesen Ausführungen ist bis vor einigen Jahren jeder ennenswerte Erfolg versagt geblieben, da sie alle nicht be- iebsicher waren. Als im Kriege die deutschen Bahnen gezwun- n waren, Teerfettöl in größerem Umfange zu verwenden, ver- ehrte sich die Zahl der Heißläufer auf das 4- bis 5fache, so daß npfindliche Störungen in der Abwicklung des Verkehrs eintraten.

Teerfettöl, auch in seiner gereinigten Form, enthält neben asser, das sich erst nach sehr langem Lagern ausscheidet, bis 6 vH asphaltbildende Bestandteile gegenüber höchstens 0,5 vH i guten Mineralölen. Es ist daher allein für Polsterschmierung icht brauchbar und muß mit mindestens 50 vH Mineralöl ge- ischt werden.

In der schlimmsten Heißläuferzeit, Ende 1917 und 1918, urden wieder mehrfach Versuche mit mechanischen Schmierun- n aufgenommen. Auch der Verfasser, der damals als Eisen- ahningenieur bei der Badischen Staatsbahn in Karlsruhe tätig ar, versuchte Anfang 1918 eine Rollenkettenschmierung, die ne nennenswerte Änderungen in die vorhandenen Achsbüchsen ngebaut werden konnte. Das Interesse und Entgegenkommen r maßgebenden Herren der deutschen Staatsbahnen, später der eutschen Reichsbahn, ermöglichte es dem Verfasser, zahlreiche ersuchsfahrten und Betriebsversuche sowie wissenschaftliche essungen zu machen und so die bedeutenden Schwierigkeiten zu berwinden, die sich der mechanischen Schmierung in den Weg ellten. Seit Anfang 1919 war auch Dr.-Ing. J. J. Schneider r Firma Dr.-Ing. & C. A. Schneider in Frankfurt a. M., die eute die Schmierungen herstellt, weitgehend an den Versuchen d an der Weiterbildung der Schmierung beteiligt.

Bei der mechanischen Schmierung der Eisenbahnachsen han- lt es sich eigentlich um zwei getrennte Dinge: 1) um die Schmie- ng selbst und 2) um die Ölrückführung.

Die Schmierung muß den eigenartigen Anforderungen des Eisenbahnbetriebes gewachsen sein. Sie muß im Sommer dünnes Öl ebenso gut fördern wie zähes, konsistentem Fett ähnliches Öl im Winter. Sie darf in Eisschichten, die sich bei Teerfettöl oben, bei Mineralöl unten im Ölkasten bilden können, nicht stecken bleiben und sie muß der außerordentlich starken Stoßbeanspruchung beim Fahren über Schienenstöße, Weichen, Bremsschuhe und beim Auftreten von Schleifstellen am Rade gewachsen sein. Sie darf den Achsschenkel nicht angreifen und selbst keine nennenswerte Abnutzung aufweisen. Sie muß sich ebenso wie das Polster im Betriebe leicht einsetzen und herausnehmen lassen.

Ebenso wichtig wie eine sichere Schmierung ist eine durchaus zuverlässige Ölrückführung, die den Ölverbrauch trotz reichlichster Schmierung möglichst unter den Verbrauch der Polsterschmierung herabdrückt, die ebenfalls gegen alle Einflüsse des Betriebes unempfindlich ist und die sich leicht einbauen läßt. Die Ausbildung einer derartigen Ölrückführung machte die größten Schwierigkeiten, und es bedurfte jahrelanger, zäher Arbeit, um zu einer endgültigen Lösung dieser Frage zu kommen, die nur unter gleichzeitiger Verbesserung der Staubabdichtung möglich war.

Allen den besprochenen Anforderungen genügt heute die Rollenkettenschmierung Bauart Schneider-Friedrich, auch Olor-Schmiervorrichtung genannt, die sich in mehrjährigem Betriebe bei der Deutschen Reichsbahn und bei Privatbahnen vorzüglich bewährt hat. Diese Schmierung, Abb. 1 und 2, besteht im wesentlichen aus der Vereinigung zweier mit tiefen Rillen versehenen, nicht in das Öl eintauchenden Stahlrollen mit einer das Öl zuführenden Kette, die durch eine Spannrolle geführt wird. Die mit Öl angefüllten Rillen geben das Öl durch Adhäsion an den Achsschenkel ab, der es dem Lager in so reichlichem Maße zuführt, daß auf der ganzen Lagerbreite ständig zu viel gefördertes Öl dem Ölbehälter wieder zufließt, Abb. 3. Die mit Stahlachsen versehenen und in Stahllagern laufenden Rollen werden durch eine Feder gegen den Achsschenkel gedrückt, so daß sie bei Drehung des Schenkels selbst in Umdrehung versetzt werden und die Kette als Ölschöpfwerk in Bewegung bringen.

Abb. 1 und 2. Rollenkettenschmierung, Bauart Schneider-Friedrich.

Als Ölrückführung ist ein einfacher Abstreifring angeordnet, der den Schenkelhals umgibt und in seinem unteren Teile Messingabstreifer trägt, die durch leichten Federdruck gegen den Schenkelhals gedrückt werden. Die Abstreifer führen das den Schenkelhals entlang nach außen wandernde Öl in den Ölbehälter zurück, während der eigentliche Ring das abspritzende Öl abfängt und ebenfalls in den Ölbehälter zurückführt. Der Ölring ist in einem eisernen Staubring federnd aufgehängt, der mit einem Messinglager versehen ist, damit der innere Filzring keinen Druck erhält. Der äußere Filzstreifen verhindert das Eindringen von Staub in die Staubringtasche. Bei Achsbüchsen mit herausnehmbaren Ölkästen wird auch das am Kopf des Achsschenkels heraustretende Öl durch eine Kappe aufgefangen und wieder in den Ölbehälter zurückgeleitet. Die ganze Schmiervorrichtung ist ohne nennenswerte Änderungen in jedes vorhandene Achslager einzubauen. Von dem jeweiligen Zustand der Schmierung kann man sich wie beim Schmierpolster jederzeit ohne Außerbetriebsetzung des Wagens durch Herausnehmen überzeugen.

Die Rollenkettenschmierung bietet folgende Vorteile gegenüber der Polsterschmierung:

Sie braucht keine Polster und Dochte, also keine Faserstoffe. Sie ist unabhängig von der Saugwirkung von Dochten und daher in weitem Maße unabhängig von der Ölart. Selbst großer Asphalt- oder Harzgehalt spielt keine Rolle. Teerfettöl

ist ohne Zusatz von Mineralöl verwendbar. Sie erfordert keine Instandhaltungskosten, da häufiger zu reinigende oder auszuwechselnde Teile wie bei Posterschmierungen nicht vorhanden sind. Sie ermöglicht große Ölersparnisse. Sie verringert infolge der starken Ölzufuhr die Lagerreibung auf etwa die Hälfte, was gleichbedeutend mit einer Verringerung des Laufwiderstandes der Wagen und der Lokomotivleistung um rd. 10 vH ist. Sie weist daher auch erheblich niedrigere Lagertemperaturen als die Polsterschmierung auf. Sie vermindert die Heißläufer erheblich und erspart Lagermetall. Gegenüber Kugel- und Rollenlagern gewährleistet sie ein vollkommen sicheres Stillstehen des Wagens bei Wind auch in Neigungen, hat aber sofort nach Anruck den gleichen geringen Reibungswiderstand wie Kugellager. Dabei sind die Anschaffungskosten ein geringer Bruchteil der Kosten für Kugel- oder Rollenlager. Ein Umbau der Achsbüchsen oder Lager ist nicht erforderlich.

Die Versuche mit der Rollenkettenschmierung wurden zuerst vom Verfasser auf der Badischen Staatsbahn und später vom Eisenbahn-Zentralamt auf der Deutschen Reichsbahn ausgeführt. Sie führten zu dem Ergebnis, daß vom 1. Juli 1923 ab alle neuen 20 t-Wagen der Reichsbahn mit der Rollenkettenschmierung ausgerüstet wurden, und daß jetzt die allgemeine Einführung beabsichtigt ist. Von Privatbahnen rüstet zurzeit die Eisenbahnabteilung der Firma August Thyssen in Hamborn a. Rh. auf Grund eigener eingehender Versuche ihren ganzen Wagenpark (4000 Wagen) mit Rollenkettenschmierung aus. Mitbestimmend für diesen Entschluß war die Erfahrung, daß das in den eigenen Kokereien gewonnene Teerfettöl ohne weiteres bei der Rollenkettenschmierung verwendet werden konnte.

Abb. 3. Ölförderung der Rollenkettenschmierung, Bauart Schneider-Friedrich.

Auf Grund von mehrjährigen Ölverbrauchsmessungen wurde die Ölrückführung so vorzüglich ausgebildet, daß die mit der Schmierung ausgerüsteten Güterwagen der Reichsbahn mit normalen DWV-Achsbüchsen und 500 g Ölvorrat ein Jahr ohne Nachschmierung laufen können. Das gleiche hat die Firma Thyssen in ihrem Betriebe festgestellt, die heute ihre Achsbüchsen fest verschließt. Auf der Reichsbahn laufen zurzeit auch einige Versuchsachsbüchsen mit vergrößertem Ölraum von 1500 g Inhalt, mit denen man eine dreijährige Laufdauer ohne Nachölung zu erreichen hofft. Es könnte dann das Schmiergeschäft ganz auf die Werkstätten beschränkt bleiben.

Da sich bei allen Versuchen zeigte, daß die bisherigen Staubringe ihren Zweck ganz ungenügend erfüllten, wurden auch diese Teile einer Umkonstruktion unterworfen, und es gelang, aus Ölabstreifring und Staubring eine Kombination herzustellen, welche die Doppelaufgabe, gegen Öl und Staub abzudichten, in idealer Weise löst.

Schon bei den ersten Probefahrten im März 1918 beobachtete der Verfasser, daß das Versuchslager mit Rollenkettenschmierung erheblich kälter als die drei übrigen Lager mit Polsterschmierung blieb, und ging deshalb sofort daran, diese Unterschiede durch Messungen festzustellen. Zu den Vergleichsmessungen wurden die Lager einer Achse benutzt, die gleich belastet wurden. Gemessen wurde mit geeichten Quecksilberthermometern im vorderen Teil der Lagerschale. Das Öl füllte ständig den Meßraum; das Thermometer wurde nur zur Messung während des Aufenthaltes auf den Bahnhöfen hineingesteckt. Die hierbei vom Thermometer angezeigte Höchsttemperatur wurde als Lagertemperatur angesehen. Einige Ergebnisse dieser Temperaturmessungen sind in Abb. 4 dargestellt. Hier sind die gemessenen Lagerwärmegrade als Funktion der Zeit eingetragen. Es sind aber auch die Strecken, Fahrgeschwindigkeiten und Aufenthalte ersichtlich.

Abb. 4 beweist, daß Lager mit Rollenkettenschmierung unter sonst gleichen Verhältnissen erheblich kälter bleiben als solche

Abb. 4. Ergebnisse von Versuchsfahrten auf der Strecke Siegen-Frickingen.

mit Polsterschmierung. Auf Wunsch des Eisenbahn-Zentralam wurden die März 1918 bis Juli 1919 vom Verfasser im Betri gemachten Versuche auf dem Versuchstand in Grunewald i November 1919 mit der Rollenkettenschmierung und drei ve schieden alten Polstern wiederholt. Das Ergebnis ist in Abb. dargestellt. Es ist das gleiche wie im Betriebe. Besonders he vortretend ist der Unterschied in den Temperaturen der Polste schmierungen, die um so höher liegen, je älter das Polster, geringer also die Saugfähigkeit der Dochte ist.

In neuester Zeit wurden von der Deutschen Reichsbahn Te peraturmessungen auf thermoelektrischem Wege an in Fahrt b findlichen Wagen ausgeführt, welche die Ergebnisse der Abb. vollauf bestätigen.

Die Temperaturunterschiede in Abb. 4 und 5 lassen a eine erhebliche Verringerung der Achsschenkelreibung durch (Rollenkettenschmierung schließen. Der Verfasser versuchte dah die absolute Größe dieser Reibung durch unmittelbare Messung an einer neuen Reibungswage festzustellen. Die dazu benut Versuchsanordnung ist in Abb. 6 dargestellt. Die auf Rolle böcken gelagerte Achse wurde durch einen regelbaren Gleic strom-Nebenschlußmotor angetrieben. An Stelle der Feder wur an der vorderen Achsbüchse die dargestellte neue Reibungswa eingebaut, bei welcher der Druck des Wagens als Belastung b nutzt und durch ein System von zwei gleicharmigen Hebeln u zwei Stangen mittels fünf Schneiden auf die normale Achsbüch übertragen wird. Diese neue Hebelanordnung hat den Vort daß der theoretische Angriffspunkt der Belastung beliebig na an den Drehpunkt gelegt, und dadurch Ausschlag und Empfi lichkeit der Wage beliebig groß gemacht werden kann. Das V suchslager entsprach dem normalen DWV-Lager, nur war 10 mm kürzer als ein neues Lager, um jedes seitliche Anlauf zu vermeiden.

Für die Messungen wurde zuerst der Nullpunkt der Wa dadurch ermittelt, daß die Achse unter sonst gleichen Verhä nissen hintereinander rechts- und linksherum gedreht wurde. D Mitte zwischen den beiden durch einen Zeiger angegebenen A schlägen des Wagebalkens wurde als Nullpunkt festgelegt. Dur Auflegen von Gewichten auf die Wageschale wurde der von d Lagerreibung hervorgebrachte Ausschlag des Wagebalkens auf hoben und so bei ständigem Einspielen des Zeigers auf den Nu punkt die Lagerreibung unmittelbar ausgewogen. Da die Lag reibung sich mit dem Wärmegrad des Lagers ändert, wurde je Versuch bei niedriger Temperatur begonnen und fortgesetzt, b die Lagertemperatur angenähert konstant blieb. Diese wurde derselben Weise wie bei den Betriebsversuchen gemessen.

Die wichtigsten Ergebnisse sind in Abb. 7 dargestellt. H sind die Lagertemperaturen und die Reibungskräfte am Umfa

Abb. 5. Vergleichende Darstellung der Wärmeverhältnisse bei Rollen- und Polsterschmierung.

Abb. 6. Versuchsanordnung zum Messen der Reibungsgröße bei Rollenkettenschmierung.

auf das Siebenfache des Bewegungswiderstandes und schafft damit die erforderliche Sicherheit, daß Wagen selbst bei starkem Wind, auch in den leichten Neigungen der Verschiebebahnhöfe, sicher stehen bleiben. Das Fehlen dieser hohen Reibung im ersten Augenblick der Bewegung ist ein Hauptgrund, weshalb, von Ausnahmefällen abgesehen, Kugel- oder Rollenlager für Güterwagen nicht in Frage kommen.

Aus Abb. 7 ergibt sich zugunsten der Rollenkettenschmierung eine Reibungsersparnis von rd. 11 kg. Diese entspricht bei 50 km/h Fahrgeschwindigkeit, entsprechend 1,6 m/s Zapfenumfangsgeschwindigkeit, einer Leistungsersparnis von 0,27 PS und bei Berücksichtigung der Seitenreibung von rd. 0,32 PS bei jedem Güterwagenlager. Die Gesamtersparnis an Lokomotivleistung wird hierbei etwa 12 vH betragen.

Eine genaue Beschreibung und Anweisung für den Einbau der Rollenkettenschmierung, Bauart Schneider-Friedrich, findet sich in den vom Eisenbahn-Zentralamt Berlin herausgegebenen Richtlinien für den Werkstättenbetrieb, Heft 1, Behandlung und Verwendung der Lagermetalle in den Werkstätten und im Betrieb, das vom Lagerversuchsamt Göttingen zu beziehen ist.

Die vorstehenden Ausführungen behandeln nur Wagenlager. Für Lokomotivachsen bietet aber eine mechanische Schmierung mit reichlicher Ölzufuhr und guter Ölrückführung noch wesentlich größere Vor-

es Achsschenkels als Funktion der Zeit eingetragen. Ein Maßstab an der rechten Seite ermöglicht es auch, den erforderlichen Energiebedarf und die Reibungsziffer abzulesen. Beide Abbildungen zeigen übereinstimmend eine Verminderung der Lagerreibung durch die Rollenkettenschmierung nach längerem Laufen auf die Hälfte der bei Polsterschmierung gemessenen Beträge. Das gleiche Verhältnis weisen in Übereinstimmung damit die Erhöhungen der Lagerwärmegrade über die Raumtemperatur auf. Dagegen sind die Unterschiede in der Reibung bei Beginn der Bewegung noch erheblich größer. Die Reibung bei Rollenkettenschmierung beträgt anfänglich weniger als den dritten Teil der bei Polsterschmierung, was eine wesentliche Erleichterung für das Ingangsetzen der Züge nach längerem Stillstand, also besonders frühmorgens bei Kälte, für das Rangieren und das Ablaufgeschäft im Winter bedeutet. Die Lokomotivführer der Firma Thyssen haben entsprechende Erfahrungen bei den mit Rollenkettenschmierungen ausgerüsteten Wagen gemacht. Besonders deutlich zeigt Abb. 7 die Reibungsverhältnisse nach kurzem und längerem Aufenthalt.

Die Reibungsziffer der Rollenkettenschmierung sinkt auf 0,0014, entspricht damit genau dem von Tower für das Ölbad ermittelten Wert und erreicht die niedrigste für Kugellager genannte Ziffer. Bei Versuchen, die Prof. Kammerer im Versuchsstand für Maschinenelemente der Technischen Hochschule Charlottenburg mit dem gleichen Lager und Teerfettöl für die Firma Thyssen ausführte, sank die Reibungsziffer infolge der geringeren Zähigkeit des Teerfettöles bei höheren Temperaturen auf 001 herunter.

Abb. 7. Vergleichende Darstellung der Reibungs- und Wärmeverhältnisse bei Rollen- und Polsterschmierung.

Kurve a: Wärmegrade bei Polsterschmierung.
" a_1: " " Rollenschmierung.
" b: Lagerreibung, Energieverbrauch und Reibungszahl bei Polsterschmierung.
" b_1: " " Rollenschmierung.

Die Reibung bei Beginn der Bewegung, die Kraft für den ersten Anruck, wurde durch vorsichtiges Auflegen von Gewichten festgestellt. Zu Beginn der Bewegung ist Reibung zwischen festen Körpern vorhanden, deren kleinste Zwischenräume mit Öl ausgefüllt sind. Es ergab sich bei beiden Schmierungen die bekannte Reibungszahl von 0,16. Diese hohe Lagerreibung bei Stillstand ist eine für Güterwagen unentbehrliche Eigenschaft des Gleitlagers. Sie erhöht die zum Ingangsetzen erforderliche Kraft

teile. Denn die Reibung in den Lokomotivachslagern ist infolge der Tropfölung und der umfangreichen Nuten in den Lagern erheblich größer als bei nutenlosen Wagenlagern. Der Ölverbrauch der Achslager ist außerordentlich groß und beträgt etwa 1 g auf das Kilometer oder 50 bis 150 kg jährlich. Im letzten Jahr ist es nun dem Verfasser zusammen mit Werkstättenvorsteher Möller in Bergedorf gelungen, eine mechanische Schmierung für Lokomotivachsen auszubilden, die bei nutenlosem Lager und Ölbadschmierung nur den zehnten Teil an Öl gegenüber der üblichen Schmierung braucht. Die auf der Bergedorf-Geesthachter Bahn damit ausgerüsteten Lokomotiven laufen ständig mit ganz kalten Lagern und erheblich leichter als mit der alten Schmierung.

[B 535]

Metallschutz.

Von Prof. Dr. E. Maaß, Berlin.

Vortrag, gehalten auf der Jahresversammlung des Reichsausschusses für Metallschutz am 8. April 1924.

Übersicht der aufgestellten Theorien der Korrosion von Metallen. Korrosion von Aluminium. Metallschutzverfahren: Überzüge, Verstickung, Anstriche, Lithopone. Korrosion von Kondensatorrohren.

Der Anstoß zur wissenschaftlichen Erforschung der Korrosion ist in Deutschland gegeben, er fällt in den Beginn des 20. Jahrhunderts. Angeregt durch die ersten Arbeiten von E. Heyn und seinen Mitarbeitern haben alsdann englische und amerikanische Forscher das Korrosionsproblem aufgenommen. Ganz besonderes Interesse wurde der Bearbeitung dieser Aufgabe in England gewidmet und führte dort zur Gründung des bekannten englischen Korrosions-Ausschusses (Corrosion Commitee).

In ihrer Wirkung macht sich die Korrosion in verschiedener Art und Weise geltend, und zwar in der

1) gleichmäßigen Abnutzung und Schwächung des Materials,
2) pfropfenförmigen Durchfressung einzelner Stellen,
3) Spongiose oder Graphitierung.

Diese letztere Art der Korrosion beobachtet man besonders beim Gußeisen. Das Material ist scheinbar noch vorhanden, es hat jedoch, wie stets die Untersuchung lehrt, seinen metallischen Charakter völlig verloren[1]).

Die Durchforschung der einleitenden Vorgänge bei der Korrosion hat zur Aufstellung einer Reihe von Theorien geführt, die, obwohl allgemein bekannt, noch kurz erwähnt werden sollen:

1) die Ammoniumnitrat-Theorie (Vaubel),
2) die Kohlensäuretheorie (Moody),
3) die Sauerstofftheorie,
4) die Wasserstoffsuperoxyd-Theorie (Traube),
5) die biologische Theorie (Raumer, Worter, Adler, Bethien),
6) die Säuretheorie (Friend),
7) die elektrolytische Theorie.

In letzter Zeit hat man erneut auf die biologische Theorie des Rostvorganges hingewiesen. In der Tat treten nach Untersuchungen von Ackermann[2]) beim Vorgange des Rostens höchst eigenartige Gestaltungserscheinungen auf.

Das bisher in der Literatur vorliegende Beobachtungsmaterial hat zu der Anschauung geführt, daß die Metalle bestrebt sind, entsprechend ihrer Stellung in der elektrochemischen Spannungsreihe in Lösung zu gehen. Dieser Vorgang setzt primär stets mit der niedrigsten Wertigkeitsstufe ein bei denjenigen Metallen, die in verschiedenen Valenzen auftreten können. Es hängt dann von den vorhandenen chemischen Bedingungen ab, ob das Ion seine Wertigkeitsstufe beibehält, ob es reduziert oder durch vorhandenen Sauerstoff zu einer höheren Valenz oxydiert wird. Welches Reaktionsprodukt sich dabei bildet, hängt aber zugleich ab von der Art und der Konzentration der Anionen, mit denen es zusammentrifft. Der weitere Korrosionsvorgang ist dann fast ausschließlich durch die Löslichkeit dieses Reaktionsproduktes bedingt. Ist diese groß, und ist Feuchtigkeit im Überschuß vorhanden, so geht der Auflösungsvorgang des Metalles weiter. Bei einem nur schwer oder praktisch unlöslichen Metall ist die Geschwindigkeit, mit der die Korrosion fortschreitet, abhängig von der physikalischen Beschaffenheit (Durchlässigkeit, Auftreten von Kolloiden usw.), der sich dann bildenden Deckschichten.

Da es nun in den meisten Fällen zur Ausbildung von Deckschichten kommt, so bestimmen in der Tat Löslichkeit und physikalische Beschaffenheit dieser Deckschichten praktisch die Gesamtgeschwindigkeit des Korrosionsverlaufes in der Voraussetzung, daß das Metall überhaupt in Lösung geht. Solange aber über diese Größen kein genaues Zahlenmaterial vorliegt, wird man den Korrosionsvorgang auch nicht streng mathematisch behandeln können.

Das Ausschlaggebende bei der Korrosionsneigung der Metalle ist anscheinend nicht allein der Lösungsdruck oder die Stellung des Metalles in der Spannungsreihe, sondern vor allem das chemisch-physikalische Verhalten der verschiedenen Reaktionsprodukte, die von Fall zu Fall je nach den obwaltenden Umständen völlig verschieden sein können.

Durch diese Tatsache wird natürlich die Aufstellung einer allgemeinen Theorie außerordentlich erschwert. Es ist deshalb eine besonders wichtige Aufgabe, zu untersuchen, ob ein gewisses System in die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Korr sionsprodukte wie Löslichkeitsgrad, Kolloidbildung usw. gebrac werden kann. Erst wenn hierüber genügend Untersuchung ergebnisse vorliegen, wird es möglich sein, zu prüfen, ob si eine allgemeine Theorie der Korrosion aufstellen läßt.

Als weiterer Fortschritt, welcher durch die bisherigen ele trochemischen Untersuchungen an einzelnen Metallen gewonn worden ist, muß die Erkenntnis angesehen werden, daß d Metalle nicht nur bei anodischer, sondern auch bei schwach kathodischer Polarisation die Tendenz haben, in Lösung gehen. Dies ist insofern von großer Bedeutung, weil gerade der Praxis schwache Polarisation durch geringe Spannung unterschiede in vielen Fällen vorkommen können.

Man hat diesem Umstand bisher wenig Rechnung getrag und auch dem elektrochemischen Verhalten der Metalle bei ga schwacher Spannung und ebensolchen Lokalströmen, wie sie d Reststromgebiet entsprechen würden, zu wenig Beachtung schenkt.

Die vorstehenden Anschauungen sind im wesentlichen dur die Aufnahme einer großen Reihe von Strompotentialkurven wonnen worden, die durch besondere Versuchsanordnungen in das Gebiet der Restströme hinab aufgenommen worden si.

Bei diesen Versuchen hat sich ein theoretisch beachtenswerter Zusammenhang zwischen den Passivitätserscheinung an den Metallen und der kathodischen Überspannung ergeb. Dieser besteht darin, daß Metalle wie Chrom und Eisen du Anlegung einer schwachen kathodischen Spannung so aktivi werden, daß sie mit zunehmender kathodischer Spannung steigendem Maße so lange in Lösung gehen, bis die Entwicklu freien Wasserstoffs eintritt.

Diese Aktivierungsperiode ist auf die Anreicherung der U gebung der Kathode mit Hydroxylionen zurückzuführen. D kommt vermutlich dadurch zustande, daß der zuerst elektrolyti entstehende atomare Wasserstoff teils zur Reduktion gelös Sauerstoffes zu Wasser, teils infolge von Absorption durch Kathodenmaterial verbraucht wird. Eine ganz gleiche Aktiv rungsperiode zeigt sich beim Quecksilber unter Anwendu kathodischer Polarisation im Reststromgebiet. Der Wasserst muß erst das sich durch schwache Trübung auch optisch merkbar machende Quecksilberoxyd reduzieren, bevor er sicht wird. Die Hydroxylionen verdanken in diesem Falle ihre E stehung möglicherweise der Adsorption von Wasserstoff. Die Reduktionsarbeiten führen somit zur Erscheinung der Übersp nung für den Wasserstoff bei seiner Abscheidung an Metall. Die ausführliche Veröffentlichung dieser Arbeiten wird d nächst in der Zeitschrift für Elektrochemie erfolgen.

Untersuchung der Metalle auf Korrosion.

Aluminium.

Über die Korrosion des Aluminiums liegt in der Litera eine Reihe von Arbeiten vor, von denen besonders zu erwäh wäre diejenige von Heyn und Bauer und die von Seligmann Williams. Eine neuere Arbeit von Dr. Wiederholt[3]) verf den Zweck, durch umfangreiche Versuche den chemischen elektrolytischen Angriff auf Aluminiumbleche derselb chemischen Zusammensetzung und derselben Vorbehandl unter gleichen Bedingungen zu studieren.

Die Versuchsdauer der Untersuchungen wurde im einzel bis zu 15 Wochen und darüber ausgedehnt; die Größe des griffes ist nach den während dieser Zeit gemachten Beobach gen aus dem Gewichtsverlust der aus den Blechen geschnitte Plättchen beurteilt worden.

Die gefundenen Ergebnisse lassen sich in folgendem k zusammenfassen:

Der Angriff in Säuren war gleichmäßig, die Oberfläche Bleche wurde während der Versuchsdauer silberweiß, die Lö gen blieben klar; das Entstehen irgendwelcher Zersetzungs dukte wurde nicht beobachtet. Am stärksten wurde das M von Salzsäure angegriffen, weniger stark von Salpetersä Schwefelsäure und organischen Säuren wie Oxalsäure, E säure, Weinsäure.

---

[1]) O. Bauer und E. Wetzel, „Zersetzungserscheinungen an Gußeisen" Ferrum XIV 1916/17 Heft 1 und 2.

[2]) Ackermann, Ztschr. f. Kolloidchemie Bd. 28 (1921) S. 270.

[3]) Die Arbeit ist ebenfalls in der Jahresversammlung des Reich schusses für Metallschutz vorgetragen worden.

n den Lösungen der Basen ging die Zersetzung des Alumi- zunächst unter Gasentwicklung und Bildung von volumi- Aluminiumhydroxyd vor sich. Nach einiger Zeit über sich die Bleche mit Deckschichten, die den weiteren An- erzögerten. Da diese Schichten aber nicht vollständig dicht , kam es an den Stellen, wo die Lösung noch zum Metall dringen konnte, zu örtlichen Anfressungen. Am schädlich- ür Aluminium erwies sich die Kalilauge, weniger gefähr- atronlauge, Kalziumhydroxyd- und Bariumhydroxydlösung.

'erner wurde das verschiedenartige Inlösunggehen des niums bei der Elektrolyse von destilliertem und Leitungs- unter Benutzung von Aluminiumelektroden beobachtet. die Zersetzung des Wassers reagiert nach kurzer Zeit der olyt bekanntlich an der Kathode basisch und an der Anode Dementsprechend traten an der Anode Zersetzungs- inungen auf wie beim Auflösen von Aluminium in Säuren n der Kathode solche, die dem Angriff der Basen ent- en.

ehr verschieden war die Einwirkung von Salzlösungen auf nium; sie war abhängig von dem Einfluß der an der Kor- beteiligten Anionen oder Kationen. Am stärksten griffen loride an, welche vorzugsweise eine punktförmige An- ig des Metalles bewirkten. Dagegen war die Korrosions- ig durch die Salze der Nitrate und Sulfate verhältnismäßig

er Einfluß der Kationen machte sich in der Weise geltend, e Angreifbarkeit des Aluminiums in folgender Weise ab- Kalium, Natrium, Ammonium, Kalzium, Magnesium. Von lzen griffen die Kaliumsalze stärker an als die Natriumsalze.

ußer dieser Arbeit sind auch noch einige

avolumetrische Versuche über die Ein- irkung von Wasser auf Aluminium

ührt worden.

ür die Ausführung dieser Versuche ist ein in der Metall- chen Abteilung der Chemisch-Technischen Reichsanstalt fierter Apparat, der sich für gasvolumetrische Messungen rrosionsuntersuchungen als besonders geeignet erwiesen nutzt worden.

ei der Versuchsausführung wird das abgewogene Probe- l in das Fläschchen eingebracht, die Bürette bis zum Drei- n mit einer passenden Sperrflüssigkeit gefüllt. Der zylin- Tropftrichter wird sodann mit einem Wasserstoff-Entwick- parat verbunden und die Luft über den Dreiweghahn der aus der Apparatur verdrängt. Darauf läßt man ein ab- enes Volumen der betreffenden Versuchsflüssigkeit, die enfalls vorher durch Einleiten von Wasserstoff ebenfalls em Luftgehalt befreit worden ist, aus dem Tropftrichter in schchen fließen und beobachtet nun von Zeit zu Zeit an ala der Bürette das entwickelte Wasserstoffvolum. Der at kann außer für Korrosionsversuche durch wässerige keiten den verschiedensten gasvolumetrischen Zwecken talltechnik dienen, z. B. der Wertbestimmung von Zink- der Bestimmung des Sauerstoffs in Metallen und dergl.

it dem Apparat sind einige Versuche über das Verhalten miniumpulver gegenüber destilliertem Wasser ausgeführt Das aus dünnen Blättchen von etwa 4 μ Dmr. bestehende e besaß eine Oberflächenentwicklung von etwa 10 000 cm²/g hielt 97,8 vH Aluminium, daneben Eisen (0,86 vH), Silizium), Natrium (0,30 vH), Kupfer (0,11 vH), außerdem ge- puren von Mangan, Magnesium, Schwefel und Chlor. Es eich, daß das Metall in Berührung mit destilliertem Wasser genwart von Luft **kein** Gas entwickelte, sondern im il absorbierte, offenbar unter Umwandlung des Metalls iniumoxyd bzw. -hydroxyd. Ein Gemisch von 0,5 g Alu- pulver und 20 cm³ Wasser nahm in 4 Tagen etwa 3 cm³ off aus der Luft auf. Wurde der Versuch dagegen in Wasserstoffatmosphäre ausgeführt, so trat nach einer onsperiode von etwa 9 Tagen, während welcher das in je wickelte Gasvolumen weniger als 1 cm³ betrug, eine immer werdende Wasserstoffentwicklung ein. Nach 14 Tagen die in 24 h entwickelte Gasmenge bereits 70 cm³.

s Verfahren erscheint aussichtsreich, die Korrosions- t der verschiedenen Handelssorten des Aluminiums gegen- r Einwirkung wässeriger Flüssigkeiten zu bestimmen. ber der von F. Mylius vorgeschlagenen „thermischen eprobe"[1]) hätte sie den Vorzug, den natürlichen Bedin- näher zu kommen und daher bei der Einordnung der tech- Aluminiumsorten in Reaktionsklassen ein für die Praxis mehr zutreffendes Bild zu vermitteln. Denn die Annahme, daß sich jede Aluminiumsorte gegen starke Salzsäure und gegen nahezu neutral reagierende wässerige Flüssigkeiten in bezug auf ihre Korrodierbarkeit gleich verhalten müßte, dürfte den Tatsachen kaum immer entsprechen. Die Untersuchung wird fortgeführt werden.

¹) Vgl. Z. f. Metallkunde Bd. 14 (1922) S. 233.

Metallschutz.

Dieses Gebiet, das mit der Erforschung der Korrosion untrennbar verbunden ist, zerfällt in eine Reihe verschiedener Gruppen, von denen die wichtigsten sind:

a) metallische Überzüge,
b) chemische Veränderung der Eisenoberfläche durch eine Beize,
c) nichtmetallische Überzüge,
d) Anstriche und Schmiermittel,
e) Politur.

Metallische Überzüge.

Von den metallischen Schutzverfahren hat in letzter Zeit das Verchromungsverfahren[2]) besondere Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. Die Untersuchungen sind inzwischen weiter fortgeführt, und es hat sich gezeigt, daß die neuerdings erhaltenen Chromüberzüge wesentlich dichter sind als die früheren, so daß von diesem Verfahren eine befriedigende Schutzwirkung erwartet werden kann.

Verstickungsverfahren.

Die Arbeit, auf die im Jahresbericht II (1922) der Chemisch-Technischen Reichsanstalt hingewiesen wurde, ist zum Abschluß gebracht worden und hat nachstehende Ergebnisse gehabt: Durch basische und kohlensaure Alkalilösungen, durch destilliertes Wasser sowie Ammoniumnitrat wird verstícktes Eisen bei Zimmertemperatur nicht angegriffen, wenn die Nitridschicht lückenlos ist. Sind aber mikroskopische Poren oder Risse in der Nitridschicht vorhanden, so wird das verstickte Eisen an den fehlerhaften Stellen ebenso oder noch stärker angegriffen als nicht verstícktes Eisen. Es bleibe dahingestellt, ob die Nitridschicht der angegriffenen Proben von Anfang an fehlerhafte Stellen hatte, oder ob später Risse infolge der Sprödigkeit des Nitrids entstanden sind. Bei etwa 100 °C wurden von den oben genannten Lösungen auch solche Proben verstickten Eisens angegriffen, die bei Zimmertemperatur nicht korrodierten.

Soweit sich nach den bis jetzt vorliegenden Veröffentlichungen[3]) über verstícktes Eisen beurteilen läßt, gibt es noch kein zuverlässiges Verfahren zur Herstellung lückenloser Nitridüberzüge oder solcher, in denen nicht im Laufe der Zeit Risse entstehen[4]).

Anstriche.

Aus einer großen Reihe von Untersuchungen der verschiedensten Firnisse und Anstrichstoffe ist als Ergebnis festzustellen, daß Leinölfirnis und die damit hergestellten Farben gegen Wasserdurchlässigkeit, Einwirkung von Säuredämpfen und Alkalien nicht in dem Maße befriedigt haben, wie vielseitig angenommen wird.

In dieser Beziehung sind u. a. Bakelite, Zapon- und Zellonlacke erheblich widerstandsfähiger, auch Teerfirnisse und Teerlacke sind oftmals in solchen Fällen den Leinölfirnisfarben vorzuziehen. Trotzdem darf aber nicht übersehen werden, daß der Wetterbeständigkeit der Leinölfarben auch heute noch eine große Bedeutung beigemessen wird.

Nach wie vor ist das Bestreben darauf gerichtet, das Leinöl als in der Hauptsache ausländisches Erzeugnis durch inländische Stoffe zu ersetzen. Durch systematische Versuche, die in Gemeinschaft mit den Rütgerswerken durchgeführt worden sind, ist es gelungen, Teerfirnisse und Farben unter Zusatz von Leinöl erheblich zu verbessern. So ist u. a. auch die Neigung zur Rißbildung beseitigt worden. Aus den Ergebnissen der Lagerversuche, die sich annähernd auf ein Jahr erstreckt haben, läßt sich annehmen, daß es möglich ist, mit derartigen Farben praktisch haltbare und wetterbeständige Anstrichstoffe herzustellen. Damit wäre, wenn diese Versuche, im großen Maßstabe ausgeführt, zu denselben günstigen Ergebnissen führen würden, ein wesentlicher Fortschritt im volkswirtschaftlichen Sinne durch die Einschränkung des Verbrauchs an Leinöl erreicht worden.

Weiter fortgeführt werden auch u. a. die Untersuchungen über den Imprexfirnis, doch sind die Versuche, besonders was die neue Grundiertechnik anbelangt, noch nicht zum Abschluß gekommen.

²) Liebreich, Zeitschr. f. Elektrochemie Bd. 29 (1923) S. 208, Z. f. Metallkunde Bd. 14 (1922) S. 367.
³) Hanemann, Diss. Techn. Hochschule 1913, Berlin.
⁴) B. Northrup, O. A. Knight, Chem. Met. Eng. Bd. 23 (1920) S. 1107/11.

Bei allen diesen Untersuchungen spielt, und das muß besonders betont werden, die Zeitdauer der Lagerversuche im Freien nach wie vor die ausschlaggebende Rolle. Es kann nach den gemachten Erfahrungen nicht genügend davor gewarnt werden, für Beurteilungen von Anstrichstoffen, im besonderen auf Wetterbeständigkeit und Rostschutz, sich auf Schnellprüfverfahren, soweit sie bisher vorhanden sind, zu verlassen. Diese können nur andeutungsweise ein Urteil geben. Unter einer Versuchsdauer von mindestens 1 bis 1½ Jahren wird man nicht mit voller Sicherheit entscheiden können, ob ein Anstrich den genannten Anforderungen genügt oder nicht. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß man auf die Ausarbeitung von geeigneten und zuverlässigen Schnellprüfverfahren verzichten soll. Im Gegenteil, es liegt im Interesse von Erzeuger und Verbraucher, wenn an der Lösung dieser Frage systematisch gearbeitet würde.

Für die Prüfung und Erforschung von Anstrichmitteln sind, wie hier gleich bemerkt werden soll, Richtlinien aufgestellt worden, die in der Farbenzeitung, Bd. 28 S. 1135 von E. Maaß und R. Kempf veröffentlicht worden sind. Zu teilweise überraschenden Ergebnissen führten auch einige Studien über Rißbildung bei Farbanstrichen.

Es lag nahe, anzunehmen, daß die Rißbildung hauptsächlich dadurch zustande kommt, daß in der Firnisschicht infolge der thermischen Bewegung des Untergrundes bei den ständigen, unvermeidbaren Temperaturänderungen der umgebenden Luft Spannungen und Stauchungen entstehen, die bei ungenügender Elastizität der Anstrichschicht schließlich zu Zerreißungen führen müssen.

Die erwähnten Temperatur-Schwankungen mußten um so kräftiger wirken, je plötzlicher sie erfolgten. Mithin kamen weniger die durch den periodischen Wechsel der Tag- und Nachttemperatur sowie der Sommer- und Wintertemperatur, als vielmehr die durch direkte Sonnenbestrahlung bewirkten raschen Temperatursteigerungen in Betracht.

Die Versuche zeigten, daß für die Dauerhaftigkeit des untersuchten Anstrichs weniger die thermischen als die chemischen Eigenschaften des Untergrundes eine Rolle spielen. Quarz, Porzellan und Glas dürften dem Firnis gegenüber chemisch indifferent sein, während Zink und Blei wahrscheinlich eine raschere Durchtrocknung des Anstrichs bewirken und dadurch dessen Haltbarkeit beeinflussen.

Die Untersuchung wird an andern Firnisanstrichen fortgeführt werden, und bei dieser Gelegenheit soll dann auch die Einwirkung des Sonnenlichtes eingehend studiert werden.

Untersuchungen über Lithopone.

Die Arbeiten über Lithopone, im besonderen über die Ursache der Lichtempfindlichkeit des Pigments, über die ich bereits auf der letzten Jahresversammlung berichtet hatte, sind weiter fortgeführt worden. Aus den zahlreichen Hypothesen, die bisher über die Lichtempfindlichkeit der Lithopone bzw. des Schwefelzinks aufgestellt und hauptsächlich in Patentschriften niedergelegt worden sind, ergab sich, daß Anwesenheit von Zinkoxyd für die Lichtschwärzung des Sulfids nicht notwendig ist, vielmehr eher desensibilisierend wirkt. Versuche über den von anderer Seite behaupteten günstigen Einfluß oxydierend wirkender Zusätze auf die Lichtechtheit von Lithoponen hatten negative Ergebnisse. Stark sensibilisierend wirken Zinksalze (Zinkchlorid und -sulfat), wenig oder gar nicht dagegen andre Schwermetallsalze, wie z. B. Eisenchlorid und Bleiazetat.

Die von Lenard[1]) aufgestellte Hypothese, daß die Lichtempfindlichkeit von Zinksulfid auf große komplexe Moleküle $(ZnS)_x$ zurückzuführen sei, die sich beim Glühen bilden, aber sowohl durch die Wirkung ultravioletter Strahlen, wie durch reibenden Druck unter Schwärzung (Zinkabscheidung) wieder zerstört werden, wurde durch Versuche widerlegt.

Es läßt sich vielmehr annehmen, daß die Lichtschwärzung des Schwefelzinks unter Bildung von metallischem Zink und Zinkpolysulfiden verläuft, etwa nach folgender Gleichung:

$$2\,ZnS = ZnS_2 + Zn.$$

Im übrigen ist es im hohen Grade wahrscheinlich, daß sich im wesentlichen die von Fajans[2]) zur Photochemie des Bromsilbers aufgestellten Hypothesen auf das Schwefelzink übertragen lassen. Hiernach würde das Zinksulfid aus einem Kristallgitter bestehen, das aus negativ geladenen Schwefelionen und positiv geladenen Zinkionen aufgebaut ist. Der primäre lichtchemische Vorgang besteht dann in dem Übergang eines Elektrons vom Schwefelion zu einem Zinkion unter Entladung beider, also unter Bildung der neutralen Atome von Zink und Schwefel. Der letztere dürfte dann, wie schon erwähnt, von unverändert gebliebenen Mo Schwefelzink aufgenommen werden, welches demnach cl als „Schwefelacceptor" wirkt und daher den photocher Zerfall begünstigt.

Es ist auf Grund der Theorie ferner vorauszuseh adsorbierte Zinkionen physikalisch als „Ionenfänger" und somit ebenfalls die Lichtschwärzung des Schwefelzi günstigen müssen. Es ist daher die oben erwähnte stark bilisierende Wirkung löslicher Zinksalze auf Lithopon ständlich.

In Übereinstimmung mit dieser Hypothese ergaben R aufnahmen verschiedener Sorten Zinksulfid in der Tat d Interferenzringe, die für eine Gitterstruktur des Materi weisend sind.

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen hat sich u. a. herausgestellt, daß für die Lichtechtheit des Schwe nicht seine Reinheit schlechthin, insbesondere nicht die Al heit von Spuren irgendwelcher Schwermetalle, entscheid wie von anderer Seite angenommen wird[3]), sondern vielr erster Linie gemeinsame Abwesenheit von Wasserstoff- und ionen, d. h. von Salzsäure. Dagegen übt die Anwesenh Wasserstoffionen allein, z. B. in Form von Schwefel- oder säure, oder anderseits von Chlorionen allein, z. B. in Fo Chlornatrium, keine schädliche Wirkung auf das photoch Verhalten der Lithopone aus, wohl aber, wenn neben Schwefelsäure zugleich ein lösliches Chlorid, wie Kochsalz, zink oder dergleichen, zugegen ist.

Aus diesem Grunde erhält man z. B. durch Fällu überschüssiger Chlorzinklösung ein lichtechtes Zinksulfi man Schwefelnatriumlösung anwendet, dagegen ein licht Zinksulfid bei Anwendung von Schwefelbaryumlösung. I ersteren Fall reagiert die Lösung nach Verbrauch des neutral, im zweiten Fall dagegen salzsauer, weil bei d setzung von Baryumsulfid mit Chlorzink Schwefelwassers wird, der auf das Zinksalz unter Entbindung freier Sa einwirkt.

Die ungünstige Wirkung, die die freie Salzsäure Lichtechtheit des Schwefelzinks ausübt, ist chemisch v in folgender Weise zu erklären. Das gefällte Schwe scheint stets chemisch gebundenes Wasser zu enthalten nimmt daher an, daß ein Zinkoxydsulfhydrat von der Zus setzung $Zn\langle{}^{OH}_{SH}$ vorliegt. Diese Verbindung könnte m Salzsäure unter Abspaltung von Wasser in der Weise re daß ein Chlorzinksulfhydrat $Zn\langle{}^{Cl}_{SH}$ entsteht, das da Glühen unter Freiwerden von Salzsäure das lichtunecht sulfid ergibt.

Sicher spielen aber auch Adsorptionsvorgänge hier große Rolle. Denn das frisch gefällte gallertigschleimig sulfid übt zweifellos auf die Bestandteile der Lösung, in zur Fällung gelangt, starke Adsorptionskräfte aus, w Fajans'Angaben auch die photochemische Empfindlich Bromsilbers durch Ionenadsorption erheblich beeinfluß Im übrigen sei auf die Abhandlung von E. Maaß und R. „Über den chemischen Reaktionsmechanismus der Lich zung des Zinksulfids", Zeitschr. f. angewandte Chemie 192 verwiesen.

Bei der hervorragenden volkswirtschaftlichen Bedeu Frage sind daher eingehende planmäßige Untersuchung den Gegenstand erforderlich, und dies um so mehr, als e dings einigen deutschen Werken gelungen ist, die Li fabrikation namentlich in bezug auf die Lichtechtheit des e gebrachten Materials ganz bedeutend zu vervollkommnen E notwendig, diese neuen Erzeugnisse, die nach besonders s ausgearbeiteten Fabrikationsverfahren und nach dem Stande der Wissenschaft und der praktischen Erfahrung werden, auch auf ihre übrigen wertbedingenden technische schaften, namentlich auf ihre Haltbarkeit und ihr Rosts mögen im Vergleich mit den älteren Erzeugnissen und, reits erwähnt, mit Zink und Bleiweiß zu untersuchen.

Prüfung des Cumberlandverfahrens als Sch verfahrens für Kessel gegen Korrosions bei Verwendung von Saalewasser und a Werke gereinigten Kesselwassers.

Bei dieser Prüfung zeigte sich, daß das Verfahren folg bei Verwendung des gereinigten Kesselwassers, nicl des natürlichen Saalewassers anzuwenden ist. Bei Ge dieser Untersuchung wurde ein einfaches Verfahren ausg

[1]) Lenard; Ann. d. Phys. (4) Bd. 68 (1922) S. 553.

[2]) Fajans, Zeitschr. f. Elektrochemie Bd. 28 (1922) S. 499.

[3]) Eibner, D.R.P. 324646; Chem. Centralblatt 1920, IV, 474.

e Streuung (Tiefenwirkung) der kathodischen Wasserstoff-eidung in außerordentlich genauer Weise zu prüfen.

Das Verfahren beruht darauf, daß an den Anfang und das einer horizontalen Kathode, die unter einem Winkel von 90° nodenblech ausgerichtet ist, gleichzeitig zwei Strompotential-n aufgenommen und diese graphisch aufgetragen werden. Fällt man von der weiter zurückliegenden Kurve, die Abhängigkeit der Stromstärke von dem katho-n Potential an der von der Anode weiter entfernt liegenden wiedergibt, ein Lot auf die vorliegende Kurve, so ist die des Lotes ein Maß für die Streuung der Wasserstoff-eidung, sobald die Zersetzungsspannung erreicht worden ist. Die Untersuchungen nach diesem Verfahren ergaben, daß gute Streuung nicht nur durch möglichst gute Leitfähigkeit lektrolyten, sondern auch durch die allgemeine Form der potentialkurven hervorgebracht werden kann. In dieser cht erwies sich z. B. ein Zusatz von Borsäure als zweck-, die in der Weise wirkt, daß sie den Stromspannungs-n einen flacheren Verlauf verleiht und auf diese Weise bstand zwischen dem Kurvenpaar verringert.

Zum Schluß möchte ich noch ganz kurz eingehen auf einen ag der Hamburg-Amerika-Paketfahrt A.-G., der allgemeines sse in Anspruch nehmen dürfte, nämlich die

rsuchungen über die Korrosionsursachen ondensatorrohren aus Kupfer und Messing.

Zur Klärung dieser Frage wurde der Mechanismus der ört- und punktförmigen Korrosion unter Zuhilfenahme von photographischen Aufnahmen eingehend untersucht. Es festgestellt, daß der Ursprung der genannten Korrosions-einungen in den durch den Herstellungsvorgang verursachten und Riefen zu suchen ist, und daß die Chloride vermutlich e hydrolytischer Abspaltung freier Salzsäure bei den in kommenden Temperaturen eine spezifische Korrosionswir-n zeigen.

Bei diesen Untersuchungen wurde ferner gefunden, daß die r der örtlichen und punktförmigen Korrosion mit zunehmen-Zinkgehalt des Messings abnimmt. Gleichzeitig wurde auch durch genaue mikroskopische Verfolgung des Korrosions-nges beobachtet, daß das Kupfer zuerst als Chlorür in Lösung geht. Bei diesem Vorgange bilden sich, wenn das Lösungsmittel nicht im Überschuß vorhanden ist, kleine Chlorürkriställchen aus, welche sich unter Ausscheidung fein verteilten Kupfers bei Anwesenheit von Sauerstoff zu Oxychlorid oxydieren.

Der Vorgang der Abscheidung fein verteilten Kupfers während dieses Oxydationsvorganges erweckt dann den scheinbaren Eindruck, als ob sich beim Messing nur das Zink allein gelöst habe. In der Tat sind aber sowohl das Zink wie das Kupfer, also beide, gelöst; das Kupfer wird aber infolge der geringen Löslichkeit des Chlorürs und seiner raschen Oxydationsfähigkeit zum Teil wieder abgeschieden.

Die Rillen und Ziehriefen im Material bedingen eine erhöhte Gefahr deshalb, weil diese Vorgänge sich an ihnen im verstärktem Maße vollziehen, wie aus den Gefügebildern an dem verstärkten Auftreten der Chlorürkriställchen am Rande der Riefen zu erkennen ist.

Als praktische Folgerung ergibt sich aus diesen Untersuchungen, daß für Kondensatorrohre zweckmäßig ein zinkreiches Messingmaterial von mehr als 30 vH Zink zur Anwendung kommt, daß ferner, wenn angängig, die inneren Flächen der Rohre poliert werden.

Die Feuerverzinnung der Kondensatorrohre scheint den Vorteil zu bieten, daß auf diese Weise die Rillen und Ziehriefen verdeckt werden. Trotzdem kann aber ein absoluter Schutz infolge der immerhin möglichen stellenweisen Undichtigkeit des Zinnüberzuges nicht gewährleistet werden. Die Untersuchungen über die Kondensatorrohre bieten gleichzeitig eine Bestätigung der von der Metallchemischen Abteilung der Chemisch-Technischen Reichsanstalt vertretenen Anschauung, daß gerade ganz schwache Spannungen in der Praxis eine große Gefahr für Metalle mit sich bringen. So hat sich gezeigt, daß durch Anlegung ganz schwacher Spannung die örtlichen Korrosionen an Kondensatorrohren ganz außerordentlich gefördert werden, während stärkere Spannungen das Material gleichmäßig angreifen und nicht zu selektiven Erscheinungen führen.

Die Ergebnisse über die Untersuchungen an Kondensatorrohren sind bereits in der Zeitschrift für Metallkunde von E. Maaß und E. Liebreich Bd. 15 (1923) S. 245 veröffentlicht worden, so daß es sich erübrigt, auf Einzelheiten einzugehen. [B 356]

Die argentinische Großfunkstelle Monte Grande.

em Jahresbericht 1923 des Argentinischen Vereines ischer Ingenieure entnehmen wir folgende Einzelheiten ie Großfunkstelle Monte Grande bei Buenos Aires.

Die Antenne, die nur zum Senden dient, wird von zehn je 210 m Gittertürmen getragen, die in zwei Reihen mit je 500 m Abstand stellt sind. Über je ein Turmpaar ist als eigentlicher Antennen-ein Dachseil gelegt. Von den 10 Türmen sind sechs von der Hein, Lehmann & Co., Berlin, erbaut. Die Türme sind in 139 und 187 m Höhe je nach drei Richtungen abgespannt, die eile bestehen aus 4 mm dicken verzinkten Stahldrähten und sind t und Stelle ohne Drall hergestellt. Die Eisenkonstruktion der von 130 t Gewicht ruht auf einem Kugelgelenk. Der Turmfuß von 8 Säulen aus je 3 Porzellankörpern getragen. Zum Bau des s benutzt man ein fahrstuhlähnliches Gerüst, das durch einen enzug hochgezogen wurde.

Der Kraftbedarf wird durch ein 12,5 km langes Hochspannungskabel 00 kVA bei 13 000 V von dem Unterwerk Banfield der Compania no-Americana de Electricidad herangeführt. In zwei Transformatoren für 1000 kVA wird der Drehstrom auf 3000 V heruntertransformiert, ieser Spannung wird der Motor der Hochfrequenzmaschine[1]) von Leistung bei 1500 Uml./min angetrieben. Die Hochfrequenzdynamo zt 1000 A bei 400 V und 6000 Per./s. Durch die Resonanz steigt die ung auf 600 V. Dynamo und Sendegeräte sind Sonderausführungen r EG sowie der Siemens & Halske A.-G. Durch feststehende Frequenzwandler (s. Z. 1920 S. 978) wird die Frequenz in der ersten Stufe on 000 auf 12 000 Per./s, in der zweiten auf 24 000 Pers./s gesteigert und tsprechend 12 600 m Wellenlänge der Antenne zugeführt. Eine umiche Relaiseinrichtung gestattet das fortgesetzt schnelle Schließen öffnen starker Ströme. Die dabei entstehenden Umlaufschwankungen sowie die in den Kraftwerken hierdurch verursachten Periodenankungen werden durch einen hochempfindlichen Regler aushen. Die Spannung in der Antenne kann je nach der Strom- und Welle auf 50 000 bis 80 000 V steigen.

Die Empfangsanlage befindet sich in Villa Elisa. Von dort wie von der Antenne in Monte Grande führen Kabeladern zum Vermittlungsamt in der Stadt Buenos Aires, von wo aus sich der ganze Verkehr in der gleichen Weise abwickelt wie bei einem Unterseekabel. [N 498] Sd.

[1]) Z. Bd. 84 (1920) S. 977.

Ersparnisse in der Lichtpauserei.

Einen Bericht über ein neues Arbeit sparendes Lichtpausverfahren entnehmen wir dem „Maschinenbau" Bd. 6 (1923/24) S. 459. Häufig gebrauchte Originalpausen, die den Weg zwischen Archiv und Lichtpauserei sehr oft zurücklegen müssen, werden nicht nur in ihrem Äußeren, sondern auch in ihrer sonstigen Beschaffenheit mit der Zeit derartig verschlechtert, daß die Belichtungszeit mitunter bis auf das Zehnfache gesteigert werden muß. Häufig bleibt dann nichts andres übrig, als die Pausen von Hand umzeichnen zu lassen.

Demgegenüber besteht ein neuerdings angewandtes Verfahren darin, daß man nach Art des Positiv-Eisengallusvorganges Pausleinen mit einer lichtempfindlichen Schicht versieht, die man auf beiden Seiten aufträgt, um die Deckkraft der schwarzen Linien zu erhöhen. Auf solchem Pausleinen werden von der Pauspapier-Urzeichnung gleich nach ihrer Fertigstellung 2 bis 3 Abzüge in der Lichtpauserei hergestellt, die dann als weitere Originale zur Herstellung der Blaupausen dienen. Auf diese Weise kann man auch von alten, vergilbten Pausen durchsichtige Positivbilder herstellen, die man dann wieder in gewohnter Weise vervielfältigen kann.

Hierbei besteht noch der Vorteil, daß man ohne weiteres an diesen Originalen Verbesserungen vornehmen kann, da die schwarzen Linien und Flächen, die der Eisengallusvorgang liefert, ihrer chemischen Zusammensetzung nach Tintenstriche sind. Beim Betupfen mit einer dünnen Kleesalzlösung verschwinden die Linien, ohne eine Spur zurückzulassen.

Bei Herstellung größerer Auflagen läßt sich hiermit viel Arbeit, Zeit und Geld sparen. Bei der Arbeit mit umlaufenden Lichtpausmaschinen kann, wenn mehrere durchsichtige Originale benutzt werden können, stets flott hintereinander gearbeitet werden.

Ein Vergleich der Herstellungskosten nach dem neuen und dem alten Verfahren ergibt, daß bei häufigem Gebrauch der Originalpausen eine verhältnismäßig große Ersparnis durch das neue Lichtpausverfahren erzielt werden kann. [N 494] Sd.

RUNDSCHAU.

Technische Mechanik.

Versuche über die Reibung fester Körper.

Im folgenden soll über eine Arbeit von G. Sachs, Charlottenburg, berichtet werden, die einen wertvollen Beitrag zur Kenntnis der Reibungseigenschaften fester Körper darstellt. Die Ergebnisse sind in der Abhandlung „Versuche über die Reibung fester Körper", Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 4 (1924) S. 1 bis 32, niedergelegt. Eine zweite (etwas früher erschienene) Veröffentlichung „Einige Gesichtspunkte für die Konstruktion von Reibungstrieben. Versuche zur Reibung fester Körper", Maschinenbau (Gestaltung) Bd. 6 (1924) S. 168 bis 175, ist im wesentlichen ein Auszug aus der erstgenannten Arbeit, bringt jedoch auch einige Ergänzungen.

Untersucht werden die Reibungsvorgänge bei Scheiben, die sich am Umfang unter Druck berühren und auf einander abrollen. Je nach Stoff, Geschwindigkeit und zu übertragender Kraft überlagert sich dem

Abb. 1. Reibungskurve für Gußeisen mit Flußeisen.

Rollen ein Gleiten, die getriebene Scheibe „schlüpft". Die Gesetzmäßigkeiten dieses Schlupfes und besonders sein Höchstwert, der eintritt, wenn die getriebene Scheibe nicht mehr mitgenommen wird, bilden den Kern der Arbeit. Neu und wichtig am experimentellen Vorgehen ist die dauernde mikroskopische Beobachtung der Gefügeänderungen an der Oberfläche der Scheiben. Bei den bekannten metallographischen Schwierigkeiten darf es freilich nicht verwundern, daß diese ersten Ergebnisse nicht zu einer zweifelsfreien Aufklärung der Zusammenhänge zwischen Oberflächenbeschaffenheit und Reibungserscheinungen geführt haben. Ein voller Erfolg ist hingegen bei der Aufnahme und der einheitlichen Darstellung von Schlupfkurven verschiedener Stoffe zu verzeichnen.

Wie schon die Überschrift der Abhandlung im „Maschinenbau" vermuten läßt, war die von Eugen Meyer angegebene Versuchsanordnung in der Hauptsache ein Reibungstrieb. Die treibende Scheibe selbst wurde durch einen Motor mittels Riementriebs bewegt und nahm durch Reibung die getriebene Scheibe mit. Diese konnte mittels Rolle, Seil und Gewichten mit einer in weiten Grenzen veränderlichen Normalkraft P zentral gegen die treibende Scheibe gepreßt werden. Die zu übertragende Umfangs- oder Reibungskraft R ließ sich an einer auf derselben Achse wie die getriebene Scheibe sitzenden Bremsscheibe mittels Seilbremse einstellen. Als Schlupf wird der in mm gemessene Wegunterschied der beiden Versuchsscheiben je Umdrehung der treibenden Scheibe bezeichnet. Seine Messung erfolgte mit Hilfe selbsttätiger elektrischer Kontakte, durch die nach einer oder mehreren Umdrehungen der treibenden Scheibe auf dem Papierstreifen einer mit der getriebenen Scheibe umlaufenden Walze eine Marke angebracht wurde.

Untersucht wurden Scheiben aus Flußeisen, Gußeisen, Messing, Weißmetall und geleimtem Weißbuchenholz, ferner eine zwischen Eisenblech gepreßte Lederscheibe. Die Scheiben hatten rd. 300 mm Dmr., also rd. 950 mm Umfang. Die Breite war anfangs 25 mm, später wurde sie zu 2,5 mm und 1,0 mm gewählt, um zu erreichen, daß die Scheiben auf der ganzen Breite aufeinander liefen. Vor Beginn der Versuche waren die Laufflächen nach Möglichkeit poliert und von Verunreinigungen, besonders Fettspuren, gereinigt. Die Normalkräfte P, mit denen gearbeitet wurde, lagen zwischen 0 und etwa 50 kg, in einem Falle sind 80 kg angegeben. Die Umfangskräfte R, die übertragen werden konnten, waren im allgemeinen kleiner als P, nur einmal, als zwei Flußeisenscheiben sich ineinander gefressen hatten, war $R > P$. Die Drehzahl n betrug fast stets 35 Uml./min, da sich besonders bei höheren Drehzahlen eine nicht restlos geklärte Resonanzstörung bemerkbar machte.

Unter den untersuchten Beziehungen ist, wie erwähnt, diejenige zwischen der Normalkraft und der höchsten übertragbaren Umfangskraft R_{max} besonders wichtig. Das Verhältnis $\frac{R_{max}}{P}$ bezeichnet der Verfasser als Reibungsbeiwert oder Reibungszahl μ[1]. Ein Beispiel für den Verlauf der Reibungskurven gibt Abb. 1.

Die Abhängigkeit der zum Stillstand der getriebenen Scheibe führenden Reibungskraft R_{max} von P wird in guter Näherung durch eine einfache Formel wiedergegeben:

$$R_{max} = R_0 + \mu_\infty P,$$

wobei R_0 und μ_∞ Konstanten sind. R_0 ist die Reibungskraft bei $P = 0$, während μ_∞ denjenigen Reibungsbeiwert angibt, dem sich die gemessenen Werte μ mit wachsender Normalkraft P asymptotisch nähern, wie man leicht aus der Umformung

$$\mu = \frac{R_{max}}{P} = \frac{R_0}{P} + \mu_\infty$$

ersieht. Geometrisch können die Reibungsbeiwerte in der geb… lichen Weise als Tangens eines Winkels in einem rechtwinkligen D… mit den Katheten R_{max} und P veranschaulicht werden, also $\operatorname{tg}\alpha$… und $\operatorname{tg}\beta = \mu$[2]). Die Zahlenwerte für R_0, die meist durch Extrap… der Näherungsgeraden erhalten wurden, sind klein (< 1 kg). Z. B. … sich bei Weißmetall mit Gußeisen

$$R_{max} \sim 0{,}03 + 0{,}29\,P\ [\mathrm{kg}].$$

Die Werte μ_∞ weichen daher von den bei den größten währen… Versuche angewandten Normaldrucken ($P \sim 50$ kg) gefundenen … in der nachstehenden Zahlentafel angegeben sind, schon kaum me…

Zahlentafel 1. Reibungsbeiwerte $\mu\,(\sim\mu_\infty)$.

	Flußeisen	Gußeisen	Messing	Weißmetall	Wei…
Flußeisen . .	—	0,22	—	0,31	0…
Gußeisen . .	0,22	0,22 ?	0,19	0,29	0…
Messing . . .	—	0,19	—	0,30	0…
Weißmetall .	0,31	0,29	0,30	—	0…
Weißbuche .	0,61	0,58 ?	0,53	0,53	0…

An den Stellen, wo Lücken gelassen sind, gestattete die stark… änderung der Oberflächen keine Angabe; bei Flußeisen-Messing … bildeten sich schon bei kleinen Normalkräften beim Messing au… Gefügebildern deutlich erkennbare Späne. Dort, wo Fragezeichen s… waren gleichfalls die Oberflächen aufgerauht worden, so daß ke… harrungszustand erreicht war.

Bemerkenswert ist eine besonders deutlich bei Messing mit … eisen gemachte Beobachtung. Der Reibungswert μ war von den … wirksam gewesenen Versuchsbedingungen abhängig. Waren … die Scheiben mit $P = 6{,}67$ kg eingelaufen, so ergab sich, wenn nun … für verschiedene P die zugehörigen Bremskräfte R_{max} bestimmt w… die Beziehung

$$R_{max} \sim 0{,}10 + 0{,}40\,P.$$

War jedoch z. B. längere Zeit $P = 40$ kg eingestellt gewesen, so … man

$$R_{max} \sim 0{,}45 + 0{,}44\,P.$$

Diese Abhängigkeit von der Reibungsvorgeschichte zeigt, wie au… Dauer der Oberflächenänderungen eine Rolle spielen kann, währen… sonst im allgemeinen jedem P eindeutig ein R_{max} zuordnen ließ.

Bei der Aufnahme der Schlupfkurven war die wechselnde R… keit der Laufflächen gleichfalls von großem, oft für die Aufde… der Gesetzmäßigkeiten recht störendem Einfluß. Bei dem Scheibe… Flußeisen-Gußeisen z. B. konnte besonders bei größeren Normalk… ein starkes Schwanken der Schlupfe beobachtet werden. Solang… Scheiben gleichmäßig rollten, wurde unter Zunahme des Schlupfe… Oberfläche geglättet, bis plötzlich das gleichmäßige Rollen aus… und die getriebene Scheibe langsam unter Aufrauhung ihrer Ober… eine ganze Umdrehung ausführte, um dann — also nach genüg… Aufrauhung — wieder gleichmäßig zu rollen u. s. f. Eine Kurve, d… allgemeinen Verlauf von Schlupfkurven zeigt, ist in Abb. 2 wie… geben. Die bei verschiedenen Normalkräften aufgenommenen Sc… kurven eines Stoffpaares gehen vom Koordinatenursprung aus un… laufen ähnlich, ohne sich zu schneiden. Bei den Metallsch… paaren umfaßte ein solches Kurvenbüschel nicht nur die Kurven … Stoffpaares, sondern genähert alle die Paare, die im Stoff einer Sc…

Abb. 2. Schlupfkurve von Messing mit Flußeisen.

und zwar der stärker abnutzbaren, übereinstimmten. Es gelang … zu einer für die Durchdringung des ganzen Sachverhalts und für… Überblick über die Kurvenfülle wesentlichen Vereinfachung zu komm…

Trägt man statt $\frac{R}{P}$ als Ordinate das Verhältnis $\frac{R}{R_{max}}$ über dem Sc… als Abzisse auf, so fallen die in der oben beschriebenen Weise… die Stoffpaare kennzeichnenden Kurvenbüschel mit guter Näh… zu je einer einzigen Kurve zusammen. Abb. 3 gibt eine Zusam… stellung der so gefundenen, umgeformten Schlupfkurven.

[1] Mehrmals, auch in einigen Abbildungen, ist irrtümlich R anstatt R_{max} gedruckt.

[2] In einer Abb. steht irrtümlich: $\operatorname{arc\,tg}\alpha = \mu_\infty$ und $\operatorname{arc\,tg}\beta = \mu$.

Abb. 3. Übersicht der Schlupfkurven.

Bei Holz und besonders bei Leder, dessen Kurven schon zu Anfang stärkere Krümmung als die zunächst fast geradlinigen Metallkurven aufweisen, findet ein Zusammenziehen zu einer einzigen Kurve nicht statt. In dem flachen Anstieg macht sich der erhebliche Einfluß der Aufrauhung geltend, erst bei einem Schlupf von nahezu 950 mm, d. h. beim Aussetzen der getriebenen Scheibe wird $R = R_{max}$, während z. B. bei Weißmetall nach Abb. 3 der Höchstwert der übertragbaren Umfangskraft schon bei einem Schlupf von rd. 5 mm = rd. 0,5 vH erreicht wird.

Für die praktische Verwertung der Schlupfkurven sei ein Beispiel angeführt: Soll durch einen Reibungstrieb (Weißmetall-Flußeisen) bei einer Normalkraft von 25 kg eine Umfangskraft von 5 kg übertragen werden, so ergibt sich folgendes: Nach Zahlentafel 1 ist der Höchstwert der übertragbaren Umfangskraft $0{,}31 \times 25 = 7{,}8$ kg. Ihr entspricht die Ordinate 1 in Abb. 3. Die zu übertragende Umfangskraft entspricht somit der Ordinate $\frac{5}{7{,}8} \cdot 1 =$ rd. 0,64. Der zu erwartende Schlupf beträgt entsprechend der zu diesem Ordinatenwert gehörigen Abszisse rd. 1,1 mm oder 0,12 vH.

Auch nach der theoretischen Seite bringt die Arbeit manche wertvolle Gesichtspunkte, obgleich eine vollständige Klärung nicht erreicht worden ist. Es wurde bereits erwähnt, daß die Kurven von Metallpaaren, die im stärker abnutzbaren, also weniger widerstandsfähigen Stoff übereinstimmten, zu einem Büschel zusammengehörten. Man kann so auf Grund der mikroskopischen Beobachtungen und der Schlupfmessungen eine Skala der Stoffe nach ihrer Beständigkeit herstellen (Flußeisen, Gußeisen, Messing, Weißmetall), deren Ordnung dieselbe ist wie die nach Festigkeitseigenschaften. Der Verlauf der Schlupfkurven, Abb. 3, ähnelt dem von Festigkeitskurven, und der Verfasser versucht zwischen der Steigung der Schlupfkurven und der von Zugdehnungskurven sogar quantitative Beziehungen herzuleiten. Die Beobachtung der Laufflächen hatte ferner ergeben, daß mit wachsender Normalkraft auch die Tiefenwirkung der Aufrauhung zunahm; es konnte hiernach vermutet werden, daß bei der Überwindung der Reibungskräfte ein gewisses Stoffvolumen weitgehend deformiert wird. Aus diesen Tatsachen wird geschlossen, daß für das Verhalten der Schlupfe die Festigkeitseigenschaften der Stoffe maßgebend sind, mit anderen Worten, daß die Schlupfe im wesentlichen Formänderungsschlupfe sind, denen sich etwaige Gleitschlupfe überlagern. Die Aufstellung dieser Beziehungen zwischen Reibungs- und Festigkeitseigenschaften der Stoffe eröffnet für beide Gebiete neue Aussichten, doch muß einstweilen noch die Untersuchung mancher Fragen, z. B. der nach den augenblicklichen Formänderungen an der Berührungsstelle, abgewartet werden.

[M 521]　　R. Vg.

Krafterzeugung.

Die Hamburger Tagung der Elektrizitätswerkverwaltungen.

Die Elektrizitätswirtschaft ist eine der stärksten Stützen der deutschen Wirtschaft, die ohne sie nicht mehr denkbar ist. Die Elektrizitätswerke bilden einen der zuverlässigsten Aktivposten in der Goldbilanz unserer Volkswirtschaft. Mit verständiger Unterstützung von Reich, Staat und Gemeinden werden sie bei freier, ungehinderter Entwicklung das bisher Erreichte festhalten, aus eigener Kraft neue Werte schaffen und schaffen helfen und zum Wiederaufbau der stark gefährdeten deutschen Wirtschaft beitragen. Diese Feststellungen machte der Vorsitzende der Vereinigung der Elektrizitätswerke Stadtrat Dr.-Ing. Xaver Mayer in der Ansprache, mit der er die 32. Hauptversammlung der Vereinigung am 3. Juni d. J. einleitete. Die im Verlauf dieser Tagung erstatteten Berichte und Vorträge geben einen wichtigen Teilausschnitt aus dem großen Fragengebiet, mit dem die Elektrizitätswerke sich in der jetzigen schwierigen Zeit zu beschäftigen haben. Im folgenden seien die allgemeinere Aufmerksamkeit beanspruchenden Verhandlungen kurz wiedergegeben.

Der von dem geschäftsführenden Vorstandsmitglied Dr. Passavant erstattete und ergänzte Geschäftsbericht stellt fest, daß die Zahl der der Vereinigung angehörenden Werkverwaltungen am Schluß des Jahres 1923 auf 760 gestiegen ist, hiervon sind 663 deutsche Werke. Die Tätigkeit der Vereinigung und der angeschlossenen Werke war durch den Währungszerfall ungemein behindert, erst die Schaffung der Rentenmark ließ die nachdrückliche Bearbeitung aller brennenden Fragen wieder aufleben. Die Ruhrbesetzung brachte die Werke in schwere Kohlennot, die durch vermehrten Bezug ausländischer Kohle einigermaßen ausgeglichen werden konnte. Der Zusammenbruch der Elektrizitätswirtschaft wurde jedoch nur durch reichsgesetzliche Notverordnungen für die sofortige Anpassung der Elektrizitätspreise an die Kohlenpreise verhindert. Heute ist die Goldmarkberechnung allgemein durchgeführt und die alten Lieferungsverträge müssen dem angepaßt werden. Die ordentliche Rechtsprechung kann diese Forderung durch Anwendung des Grundsatzes der Gleichwertigkeit von Lieferung und Bezahlung unterstützen.

Der Absatz der Werke hat infolge Niederganges der Industrie und Gewerbe sowie der geringen Kaufkraft der Kleinverbraucher erheblich nachgelassen, wodurch sich wiederum die Selbstkosten der Erzeugung erhöht haben. Die Fortschritte im Kraftmaschinenbau und in der technischen Ausnützung der Abfallwärme bereiten dem Strombezug aus Elektrizitätswerken einen scharfen Wettbewerb. Die geldlichen Sorgen, die durch steuerliche Belastung noch stark vermehrt werden, machen sich besonders fühlbar, da sie die Elektrizitätswerke sehr darin behindern, die in neuerer Zeit auf dem Gebiete der Krafterzeugung ausgebildeten Verbesserungen in Anwendung zu bringen.

Die Ziele des vorläufigen Reichswirtschaftsrates in bezug auf den planmäßigen Ausbau der Wasserkräfte, die offenbar auf eine allmähliche Sozialisierung der Wasserkräfte gerichtet sind, werden von der Vereinigung bekämpft. Zur Förderung des Wasserkraftausbaues reichen die bestehenden Landesgesetze vollkommen aus. Die Leitsätze des Reichswirtschaftsrates sind geeignet, jeden Anreiz zum Ausbau von Wasserkräften zu unterbinden, anstatt ihn zu heben. Die Reichsgesetzgebung kommt nur für die Aufgabe in Betracht, einen Ausgleich widerstrebender Interessen zwischen den Ländern herbeizuführen.

Von besonderer Bedeutung für die Elektrizitätswerke sind die folgenden Fragen, die noch nicht zufriedenstellend geregelt sind: die Frage der Beeinflussung von Schwachstromleitungen durch Starkstromleitungen und die der privaten Nachrichtenübermittlung bei den Überlandwerken. Bei den zuständigen Ministerien muß den Elektrizitätswerken ein verständnisvolles Entgegenkommen gezeigt werden; denn die verschiedenen Verkehrsformen des Personen- und Güterverkehrs, der Nachrichtenübermittlung und der Energiebeförderung sind heute als unbedingt gleichwertig für die Volkswirtschaft anzusehen, und der Elektrizitätsübertragung muß in der Gesetzgebung und deren Handhabung die gleiche Berechtigung wie den andern Verkehrsformen zugestanden werden. Auch hinsichtlich der Einführung eines strafrechtlichen Schutzes für elektrische Leitungsanlagen und einer Verschärfung für die strafrechtlichen Bestimmungen gegen Stromdiebstahl hat die Vereinigung beim Reichsjustizministerium noch nicht das nötige Verständnis für die hier auf dem Spiele stehenden großen und allgemeinen Interessen gefunden. Gegen die auf Antrag des Reichspostministeriums erlassene Notverordnung zum Telegraphen- und Telegraphenwegegesetz wurde von der Tagung entschiedenster Einspruch erhoben, da diese Verordnung ohne Anhörung der betroffenen Kreise aus rein fiskalischen Erwägungen Gesetzeskraft erlangt habe.

Sodann erklärte die Versammlung ihre Zustimmung zu der in der diesjährigen Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure angenommenen Entschließung und Eingabe an den preußischen Landtag in der Frage der Gemeinschaftsarbeit bei den Dampfkesselüberwachungsvereinen. Gegen das Bestreben des preußischen Handelsministeriums, politische Organisationen in die bewährte sachliche Arbeit der Dampfkesselüberwachung hineinzuziehen, wurde schärfste Verwahrung eingelegt.

Nach Ablauf der Wahlperiode des bisherigen Vorsitzenden wurde Dr. Bonnwarth, Hamburg, zum Vorsitzenden der Vereinigung, zum Beisitzer Dir. Ebbecke, Berlin, gewählt. Die nächstjährige Tagung wird in München abgehalten werden.

Aus den Berichten der ständigen Ausschüsse sei folgendes erwähnt: Der Elektrotechnische Ausschuß hat Richtlinien für Maßnahmen bei Bränden in elektrischen Anlagen entworfen (s. Mitteilungen der Vereinigung Nr. 356); sie werden nach etwaiger nochmaliger Überarbeitung endgültige Form erhalten. An einem Entwurf für die Änderungen der Errichtungs- und Betriebsvorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker hat der Ausschuß mitgewirkt. Zusammen mit dem V. D. E. will man in Zukunft auch das auf Messen und Fachausstellungen gezeigte Installationsmaterial überwachen, das sich vielfach als mangelhaft erwiesen hat; eine solche Überwachung hat schon zum Teil mit Erfolg eingesetzt. An den Normungsarbeiten des Zentralverbandes der deutschen Elektrotechnischen Industrie ist der Ausschuß beteiligt.

Der Maschinentechnische Ausschuß hat Versuche über das Altern von Dampfturbinenöl in Gang gesetzt, die von einigen westlichen Gruppen unter Führung der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerke und von einer Ostgruppe (Elektrowerke) ausgeführt werden. Nach einem bereits aufgestellten einheitlichen Programm werden von den einzelnen Werken möglichst verschiedene Öle, wenn angängig in gleichartigen Turbinen, untersucht. Die Versuche werden sich auf mehrere Jahre erstrecken. Die Untersuchung an Dampfturbinenschäden ist weitergeführt worden. Die eingelaufenen Meldungen sind gesichtet; für weitere Bearbeitung sind vor allem die Schäden, die die Beschaufelung betreffen, und solche, die durch Materialeigenschaften, z. B. Wachsen des Gußeisens, verursacht werden, ausgewählt worden. Eine Denkschrift hierüber wird ausgearbeitet. Die Lieferungsbedingungen für Dampfturbinen und Wasserrohrkessel sind als Richtlinien herausgegeben worden; die Verhandlungen in der paritätischen Kommission mußten infolge der durch die Inflation herbeigeführten Schwierigkeiten vertagt werden. Die Verhandlungen einer

Sondertagung über Rauchgasprüfer sind in einer Niederschrift erschienen und auf den gegenwärtigen Stand der Frage vervollständigt. Auch die übrigen Einrichtungen des Kesselhauses sollen nach und nach vom Ausschuß behandelt werden. Lieferungsbedingungen für feuerfestes Einmauerungsmaterial sind bereits veröffentlicht. Weitere Fragen bilden die Kohlenstaubfeuerungen.

Die Vorträge können wegen des zur Verfügung stehenden Raumes nur zum Teil berücksichtigt werden. Wir verweisen deshalb auf die ausführlichen Veröffentlichungen der Vereinigung. Der erste Vortrag von Dr. Siegel behandelte

Wirtschaftliche Aufgaben der Elektrizitätswerke.

Im Vordergrund steht heute die Frage der Kapitalbeschaffung. Mit Rücksicht auf die allgemeine Lage müssen alle Ansprüche soweit wie möglich zurückgestellt werden. Infolgedessen wird bei Erweiterungen vielfach nur der Strombezug aus größeren Werken in Frage kommen. Anzustreben ist eine rein aufs Wirtschaftliche gestellte Parallelarbeit der großen Kraftwerke mit Dampf- oder Wasserkraftbetrieb. Größere Erfolge verspricht sich die Elektrizitätswirtschaft von den umwälzenden Neuerungen auf dem Gebiete der Wärmewirtschaft, die die Elektrizitätswerke auch vor zahlreiche neue wirtschaftliche Aufgaben stellen. Besondere Sorgfalt ist nach wie vor der Wärmewirtschaft bei den bestehenden Kraftwerken zu widmen, ebenso aber auch der rationellen Ausnutzung der menschlichen Arbeitskraft. Gewisse statistische Zahlen, so z. B. die auf je 1000 kW Höchstleistung erforderliche Belegschaft oder die auf den Kopf der Belegschaft im Jahr erzeugten kWh geben geeignete Hinweise zum Eingreifen. In größeren Versorgungsgebieten kommt auf etwa 5000 Einwohner ein Mann Belegschaft, was als besonders kennzeichnend für die Überlegenheit der zusammengefaßten Elektrizitätserzeugung anzusehen ist. Eine wirtschaftliche Beseitigung der Asche ist in manchen Fällen in Verbindung mit einer Schlackensteinfabrik möglich. — Auch die Verluste im Leitungsnetz dürfen nicht als unabänderlich hingenommen werden. Hier müssen immer wieder Verbesserungen versucht werden. Die jetzt gebräuchlichen höheren Übertragungsspannungen müssen unmittelbar auf die Gebrauchsspannung herabzutransformieren sein.

Prof. Petersen, Darmstadt, sprach sodann über

Elektrische Festigkeit.

Ausgehend von dem Grundsatz, daß die elektrische Festigkeit eines Isolators unmittelbar abhängig ist von der in ihm vorhandenen Feldstärke und seiner Dielektrizitätskonstante, zeigte der Vortragende an einer Reihe überzeugender Vorführungen mit Spannungen bis 100 kV die Vorgänge, die bei starker Beanspruchung der Isolierstoffe sich abspielen. Bei unrichtig bemessenen und verteilten Isolierstoffen wirken die elektrischen Kräfte allmählich zerstörend und bilden häufig die Ursache des Versagens von Transformatoren, Schaltgeräten und Isolatoren. Diese schädliche Auswirkung zu vermeiden, ist die vornehmste Aufgabe der Konstrukteure in der Hochspannungstechnik, die fieberhaft an der Verbesserung ihrer Apparate arbeiten.

Die bisherigen Verfahren für die Untersuchung von Hochspannungsgeräten müssen einer scharfen Überprüfung unterzogen werden. Die kurz dauernde Spannungsprüfung ist durchaus nicht immer geeignet, ein sicheres Urteil über die Zuverlässigkeit der untersuchten Apparate zu bilden. An Stelle der Spannungsprüfung muß die Verlustmessung treten; diese gibt im allgemeinen den sichersten Anhalt für innere Vorgänge in Isolierstoffen, die zu deren allmählicher, aber sicherer Zerstörung führen.

Der zweite Verhandlungstag wurde durch einen Vortrag von Oberingenieur Meier, Hamburg, eröffnet, der auf die außerordentliche Bedeutung der Technischen Nothilfe für die Aufrechterhaltung des Betriebes der Elektrizitätswerke in den Fällen politischer Streiks und Wirren hinwies. Im Anschluß an diesen Vortrag wurde folgende Entschließung gefaßt:

„Die zunehmende Konzentration der elektrischen Energieversorgung bedingt eine ununterbrochene Aufrechterhaltung der Kraftwerke, um schwere wirtschaftliche und gesundheitliche Schädigungen der Bewohner von Stadt und Land zu verhindern. In weit über 100 Fällen, in denen die Stromversorgung der Bevölkerung und der lebenswichtigen Betriebe gefährdet war, setzte die Technische Nothilfe zur Durchführung der Notstandsarbeiten ein. Die Vereinigung der Elektrizitätswerke betrachtet es deshalb als ihre Pflicht gegenüber der Gesamtheit des deutschen Volkes, der Technischen Nothilfe sowohl bei den Vorbereitungen als auch bei einem Einsatz mit Rat und Tat zur Seite zu stehen."

Es folgte dann ein Vortrag von Prof. Josse, Charlottenburg, über

Die Fortschritte der Dampftechnik, insbesondere durch den Hochdruckdampf.

Der Vortragende beschränkte sich auf die Fortschritte, die durch Verminderung der Kühlwasserverluste und durch die Vorwärmung der Verbrennungsluft mittels Kesselabgase im Dampfbetrieb erreicht werden können. In einem Überblick über die dampftechnischen Neuerungen berücksichtigte er nur den Kondensationsbetrieb, da dieser für die Elektrizitätswerke die weitaus größte Bedeutung hat. Die Vorzüge des Hochdruckdampfes liegen darin, daß das ausnutzbare Wärmegefälle größer ist als das des Normaldampfes, und daß der Hochdruckdampf gleichzeitig niedrigeren Wärmeinhalt hat. Der Wärmeinhalt des in den Kondensator abströmenden Dampfes nimmt mit steigendem Druck ab. Der Hochdruckteil der Dampfturbine ist bisher wärmetechnisch mangelhaft. Fortschritte auf diesem Gebiet sind die Brünner Turbine und die von Brown, Boveri & Cie. Erstere erreicht hohen Gütegrad durch große Stufenzahl, niedrige Dampfgeschwindigkeit, kleine Spielräume, geringe Undichtigkeitsverluste, während de Laval und Brown, Boveri & Cie. den Hochdruckdampf in einer Vorschaltturbine mit hoher Drehzahl verarbeiten. Diese Turbine weist größere Dampfgeschwindigkeiten als die Brünner Turbine auf; sie hat wenig Räder und hohe Drehzahlen von 8000 bis 15 000 Uml./min. Der mit normaler Drehzahl laufende Stromerzeuger wird mittels Zahnradvorgeleges angetrieben.

Der Bau von Hochdruckdampfmaschinen und Hochdruckturbinen bietet keine Schwierigkeit. Ebenfalls können Rohrleitungen, Dampfabsperrorgane für hohen Druck und hohe Temperatur beherrscht werden. Besondere Aufmerksamkeit erfordern dagegen Dampfkessel bei Drücken über 35 at hinaus. Besonderer Brennstoff, besondere Herstellverfahren besondere Konstruktion sind notwendig. Dampf- und Wasserräume sind so knapp zu bemessen, wie Herstellung und betriebliche Erfordernisse gestatten. Belastungsschwankungen müssen durch Ruthsspeicher im Niederdruckgebiet ausgeglichen werden.

Als kennzeichnende Bauarten von Dampfkesseln zeigte der Vortragende den Atmoskessel, den Hochdruckkessel von Walther & Co., den Borsig-Schmidt-Steilrohrkessel und die Sektionalkessel von Babcock & Wilcox. Der Speisewasservorwärmer wird bei höheren Drücken sehr teuer und hat großen Raumbedarf. Er wird entbehrlich, wenn das Speisewasser durch stufenweise aus der Kraftmaschine abgezapften Dampf vorgewärmt wird. Dies Verfahren ist besonders wirtschaftlich, da die latente Wärme dem Kreisprozeß erhalten bleibt. Bei Dampfdrücken bis 30 at ist einstufige, bis 60 at zweistufige, bis 100 at dreistufige Anzapfung ausreichend. Die Anzapfdampfmenge ist im Vergleich zu der der Turbine zugeführten Dampfmenge groß; sie beträgt z. B. bei 60 at zweistufiger Vorwärmung 30 vH des Frischdampfgewichtes. Da hierbei der Speisewasservorwärmer entbehrlich ist, werden die Kesselabgase zum Vorwärmen der Verbrennungsluft ausgenutzt.

Der Vortragende erörtert dann die wirtschaftliche Auswirkung der geschilderten dampftechnischen Neuerungen auf die Verbilligung der Krafterzeugung, und zwar für Neuanlagen und zur Verbesserung bestehender Anlagen. Es ergibt sich, daß geringe Abnahme des Wärmeverbrauchs zwischen 50 und 100 at mehr als aufgehoben wird durch den Einfluß der höheren Anlagekosten, die von 50 at ab infolge der außerordentlichen Verteuerung der Hochdruckkessel sprunghaft zunehmen. Daher ist bei Kondensationsbetrieb Druckerhöhung über 50 at wirtschaftlich aussichtslos, solange die Hochdruckkessel nicht verbilligt werden können, und zwar sowohl für Neu- wie für Vorschaltanlagen. Drucksteigerung bis zu 50 at bietet unter Anwendung aller dampftechnischen Neuerungen erhebliche wirtschaftliche Vorteile. Der wirtschaftlichste Kesseldruck (bis zu 50 at) muß von Fall zu Fall unter Berücksichtigung des Kohlenpreises und der Betriebzeit entschieden werden. Die erzielbaren Ersparnisse sind verhältnismäßig um so größer, je teurer die Kohle ist. Die wirtschaftliche Verwertung des Hochdruckdampfes bei Drücken von mehr als 50 at ist von einer billigeren Bauart des Hochdruckkessels abhängig.

Den Schlußvortrag der Hauptversammlung hielt Dipl.-Ing. Cantieny, der über den gegenwärtigen Stand der Kohlenstaubfeuerung im Kraftwerkbetrieb der Vereinigten Staaten sprach. Über diesen Vortrag und den anschließenden Meinungsaustausch werden wir an anderer Stelle berichten. [N 575]

Eisenbahnwesen.

Unerschöpfbare, auf gleiche Verzögerung regelbare Einkammerbremse für Eisenbahnen.

Unsichere und unvollkommene Regelbarkeit und Erschöpfbarkeit der Bremskraft, gefährliche Auflaufstöße, tief unter der erreichbaren Grenze liegende mittlere Verzögerungen und lange Bremswege lassen erkennen, daß die Eisenbahnbremse noch nicht jene Vollkommenheit erreicht hat, die für die sichere und schnelle Abwicklung des Güter- und Personenverkehrs unbedingt erstrebt werden muß. Die Ursachen hierfür liegen in der Steuerung der zum Anpressen der Bremsklötze benutzten Druckluft, die verschiedene für die Lösung der Bremsfrage wichtige Faktoren nicht berücksichtigt. Eine richtige Erfassung dieser mußte daher zu einem anders gearteten Bremsventil führen, als es sich bisher an durchgehenden Einkammerbremsen findet.

Um die Bremse unerschöpfbar zu machen, speist dieses neue Bremsventil den Hilfsluftbehälter und Bremszylinder auch bei angezogener Bremse aus der durch den Zug laufenden Hauptleitung, da die Bremskraft durch Abstufen des Überdrucks geregelt wird, den die Hauptleitung gegenüber dem Druck im Hilfsluftbehälter aufweist. Die Abstufung des Bremsdruckes nach oben und unten ist unabhängig vom Hube des Bremszylinderkolbens und von etwaigen Undichtigkeiten und bleibt eindeutig bestimmt durch den Hauptleitungsdruck. Ebenso bestimmt sind die Füll- und Lösezeiten, weil das Bremsventil vollkommen zwangläufig zum Steuerdruck eine an allen Bremsen gleichmäßig starke Veränderung des Bremsdruckes durch selbsttätig sich einstellende Durchflußweite regelt. Durch das Bremsventil kann auch bei der Zugzusammenstellung die Luftpressung in den Hilfsluftbehältern der einzelnen Wagen und Wagengruppen von Hand so eingestellt werden, daß ihre Bremsprozente, unter denen bremstechnisch der hundertfache Wert der Verhältniszahl aus Bremsklotzdruck und Wagengewicht verstanden wird, gleich groß sind, wie es zur Vermeidung von gefährlichen Auflaufstößen und Zugzerrungen beim Bremsen notwendig ist.

Im übrigen ist das Bremsventil so beschaffen, daß die Einkammerbremse mit jeder der bisher angewendeten Druckluftbremsen zusammenarbeiten kann.

Die unangenehmen Bremsstöße können bei einer durchgehenden Bremse nicht auftreten, wenn in jedem Augenblick die Bremsprozente oder die Verzögerungen aller Fahrzeuge eines Zuges einander gleich

sind. Das ist nur möglich, wenn die Bremsen gleiche Bremsprozente und Füllzeiten haben und gleichzeitig geregelt werden. Infolge der von Natur aus begrenzten Fortpflanzgeschwindigkeit der Luftwellen kann die Druckluftsteuerung ein gleichzeitiges Regeln aller Bremsen nicht erzielen und wird darum, wie mathematisch nachweisbar ist, niemals die Bremsstöße vermeiden. Diese lassen sich nur mildern auf Kosten des Bremsweges durch lange Füllzeiten und schwächere Bremsung.

Dagegen ist die gleichzeitig wirkende elektrische Steuerung an dem neuen Bremsventil imstande, die Bremsstöße vollständig zu beseitigen, auch bei kräftigster und schnellster Bremsung den Zug in gestrecktem Zustande anzuhalten. Um den in Zukunft sicher zu erwartenden Übergang zur elektrischen Steuerung schon jetzt vorzubereiten, hat das Bremsventil neben der Druckluftsteuerung einen kleinen Steuermotor, so daß, wenn erst alle Wagen eines Zuges mit der neuen Bremse ausgerüstet sind, durch einfaches Umstellen eines Hahnes von der Druckluftsteuerung auf elektrische Steuerung umgeschaltet werden kann. Feinstufig und verhältnisgleich der vom Führer einstellbaren Stromstärke der Steuermotoren wächst und fällt der Bremsdruck gleichmäßig stark an den einzelnen Bremsen im Zuge. Große Durchgangquerschnitte im Bremsventil ermöglichen die so notwendige schnelle Manövrierfähigkeit. Der Führer hat die Bremse sicher in der Gewalt und kann jede gewünschte Verzögerung einstellen und den Höchstwert an Bremswirkung herausholen, da er den mit der Fahrgeschwindigkeit und mit dem Schienenzustand veränderlichen Reibungsverhältnissen sofort durch Veränderung des Bremsdruckes folgen und das Feststellen und Rutschen der Räder vermeiden kann.

Abb. 4. Charakteristik der Fahrgeschwindigkeit und der Bremsprozente in Abhängigkeit von der Zeit.

Abb. 5. Charakteristik des Bremsweges in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit.

Abb. 1 zeigt die Vorzüge dieser Steuerung und läßt am Verlauf der Bremsweglinien den großen Fortschritt gegenüber den jetzigen Bremsen erkennen. Durch kleine Füllzeiten und durch hohe gleichmäßige Verzögerungen verkürzen sich die Bremswege nahezu auf den theoretisch möglichen Mindestwert und sind, wie Abb. 2 zeigt, vielmals kleiner als bisher erreicht werden konnte. Die Einrichtung der neuen Bremse ist konstruktiv einfach und trotz der größeren Leistung leicht und billig.

Berlin-Lichterfelde. [M 552] Dr.-Ing. Franz Jordan.

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. 7, Abteilung Sortiment, bezogen werden. Es empfiehlt sich, bei der Bestellung stets den Verleger anzugeben.

The Engineering Index 1923. Herausgegeben vom American Society of Mechanical Engineers, New York. 8°, XVI u. 700 S. Preis geb. $ 6, für Mitgl. $ 5.

Eine dieser rühmlichst bekannten, in englischer Sprache veröffentlichten Zusammenstellungen der in der technischen Weltliteratur erschienenen Aufsätze, Druckschriften und Sonderdrucke ist jetzt, wie alljährlich, wieder erschienen, und zwar die Zusammenfassung für das Jahr 1923. Sie umfaßt rd. 20 000 Literaturhinweise, deren Text knapp gehalten ist und eine klare Übersicht über den Inhalt der Literatur gibt. Die Berichte des Bandes behandeln Literaturstellen aus mehr als 600 unter steter Beobachtung gehaltenen Zeitschriften und andern Veröffentlichungen laufender Literatur der Technik. Der Stoff ist klar in Ober- und Untergebiete geteilt, deren verschiedener Druck eine gute Hilfe beim Suchen ist; das Aufsuchen wird noch erleichtert durch den geringen Umfang der Untergebiete. Durch zahlreiche Hinweise ist über den gesamten Inhalt ein dichtes Netz von Stichwörtern gelegt, wodurch dem Suchen ein hoher Wirkungsgrad gegeben wird. Diese Einrichtung im Verein mit dem weltweiten Inhalt gestaltet auch diesen Band des Werkes zu einem wertvollen Teil der technischen Nachschlageliteratur.

[E 568] Freimuth.

Über Diesel-elektrische Lokomotiven im Vollbahnbetrieb. Theorie, Betriebsverhältnisse und Wirtschaftlichkeit. Von Dr. H. Brown. Zürich 1924, E. Waldmann. 73 S. m. 27 Abb.

Hilfsbuch für Wärmetechniker. Von H. Bähr. Ein Lehr- und Nachschlagebuch der technischen Wärmemechanik für das Selbststudium und die Praxis. Leipzig 1924, Moritz Schäfer. 299 S. m. 51 Übersichtstafeln, 78 Textabb., 3 Entropietafeln u. 48 Zahlenbeisp. Preis Gm. 6, geb. Gm. 7,50.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Die statische und dynamische Elastizitätsgrenze im Materialprüfungs- und Konstruktionswesen.

Zu der Arbeit von Dr. G. Welter in Z. Bd. 68 (1924) S. 9 ist uns folgende Zuschrift zugegangen:

Wohl jeder, der sich zum ersten Male eingehender mit dem Werkstoffprüfverfahren der Technik befaßte, hat sich zunächst an der Bedeutung gestoßen, die hier der physikalisch gar nicht definierbaren Zerreißfestigkeit beigemessen wird. Sie stellt eine Größe dar, bei der eine erreichte Höchstbelastung auf einen Bruchquerschnitt bezogen wird, der im Augenblick der Lastwirkung gar nicht vorhanden war, und wird als Maßstab für die Stoffbeurteilung angewendet, obwohl man sich längst im klaren ist, daß der durch das voraufgehende Recken weitgehend in seinem inneren Aufbau und seinen Eigenschaften veränderte (kaltgereckte) Werkstoff ganz andere Eigenschaften zeigt als die Bauteile im normalen Zustand ihrer Dienstleistung.

Aus solchen Gedankengängen heraus sind zahlreiche Arbeiten und auch wohl die von Dr.-Ing. G. Welter entstanden. Die einzige Eigenschaft, die beim Zerreißversuch einigermaßen Anspruch auf die physikalische Wertung machen darf, ist bekanntlich die Elastizitätsgrenze. Es ist sehr oft vermutet worden, daß sie grundlegend für das eigentliche Verhalten der Baustoffe bei der Beanspruchung sei, und man hat insbesondere versucht, die verschiedenen Eigenschaften der Kerbzähigkeit, Härte, Dauerfestigkeit usw. auf sie zurückzuführen. Alle solche Versuche sind bisher vollkommen fehlgeschlagen. Auch Welter führt das Scheitern richtiger Berechnungsarten darauf zurück, daß „so gut wie gar keine zuverlässigen Zahlen über die wahre Elastizitätsgrenze bekannt seien". Bei seiner Verwendung des Ausdrucks „wahre" Elastizitätsgrenze, die von ihm als eine solche definiert wird, bei der nach Entlastung keine größere bleibende Formänderung als 0,001 vH der Meßlänge vorhanden ist, muß man sich aber im klaren sein, daß dies eine durchaus willkürliche Bestimmung ist.

Ueber die wahre Elastizitätsgrenze und darüber, ob eine solche überhaupt vorhanden ist, sagt diese Definition gar nichts aus. Welter vernachlässigt bei seinen Betrachtungen vollkommen die Inhomogenität aller metallischen Körper. Es soll hiermit nicht nur die Inhomogenität, wie sie durch Seigerungen u. dergl. auftreten, gemeint sein, sondern der Umstand, daß alle Metalle aus einem Kristallhaufwerk bestehen, dessen einzelne Kristalle mehr oder weniger nach Zufallsgesetzen orientiert sind. Es ist möglich, die wahre Elastizitätsgrenze eines Einzelkristalls dadurch zu bestimmen, daß man feststellt, wann zuerst Gleitlinien auftreten. Es ist aber bekannt, daß diese Elastizitätsgrenze durchaus von dem Orientierungswinkel der Gleitfläche zur Kraftrichtung abhängt. Wenn nun mehrere solcher Einkristalle zu einem Haufwerk vereinigt sind, so wird sich die Elastizitätsgrenze des gesamten Probestückes, von der es zweifelhaft ist, ob man sie überhaupt noch als solche bezeichnen darf, etwa so darstellen, daß zunächst der am ungünstigsten zur Kraftrichtung gelagerte Kristall bei einer bestimmten Belastung gleitet. Nach Entlastung werden seine Nachbarkristalle versuchen, ihn mit mehr oder weniger Erfolg in seine ursprüngliche Lage zurückzudrängen, eine Erscheinung, die man als elastische Hysterese bezeichnet. Erst bei weiterschreitender Belastung fängt der nächste, dann wieder ein anderer Kristall an zu gleiten, bis endlich auch der letzte Kristallit, der am ungünstigsten im Sinne einer möglichen Gleitebenenverschiebung gelagert war, gleitet und das Fließen eintritt. Es soll hier nicht näher auf die Einzelheiten dieser Verschiebungen, ob

dabei Verdrehungen oder Gleitung ganzer Kristallite u. dergl. eintreten, eingegangen werden. Es bestehen darüber eine ganze Reihe von Arbeiten, die Welter anscheinend nicht bekannt sind. Jedenfalls ist aus dem Prinzip des Ablaufs dieser Vorgänge schon zu ersehen, daß die Bestimmung der wahren Elastizitätsgrenze in einem größeren Metallkörper nahezu unmöglich sein dürfte. Ganz unverständlich aber ist es, wie man der von Welter so genannten „wahren" Elastizitätsgrenze, der 0,001 vH-Grenze, eine besondere Bedeutung beilegen kann; es ist durchaus nicht einzusehen, warum sie in einem besseren Zusammenhang mit der vielleicht vorhandenen wahren Elastizitätsgrenze stehen soll als die 0,2 vH-Grenze oder auch die Bruchfestigkeit.

Genau wie bei Behandlung der Elastizitätsgrenze vernachlässigt Welter auch bei seiner Erklärung über das Entstehen des Dauerbruchs, daß seine Vorstellung höchstens für die Zusammenhänge einzelner Moleküle und Molekülgruppen, nicht aber des ganzen Kristallhaufwerkes Gültigkeit beanspruchen kann. Bei Übertragung seiner Anschauung auf praktische Abmessungen kommt er so mit den Tatsachen in Widerspruch; denn nach Welter wären Dauerbrüche auf ständig sich addierende bleibende Formänderungen zurückzuführen, die endlich so groß werden, daß das Arbeitsvermögen des Stoffes überschritten wird. Es ist aber gerade ein Kennzeichen des Dauerbruches, daß die Brucherscheinung ohne erkennbare Dehnung erfolgt.

Auch die Äußerungen über das Arbeitsvermögen des Werkstoffes können nicht unwidersprochen bleiben. Dem Werkstoffsachverständigen wird im Fall der Abb. 3 der Welterschen Arbeit einfach unverständlich sein, wie jemand auf den Gedanken kommen konnte, beide Stoffe nur und allein nach dem Arbeitsvermögen zu beurteilen; er wird stets die Zerreißfestigkeit berücksichtigen und dabei zu nicht viel anderer Bewertung kommen als Welter bei Berücksichtigung seiner Elastizitätsgrenze.

Auch vom Standpunkte des Verbrauchers und Konstrukteurs sind die Anschauungen Welters unrichtig. Einmal angenommen, die wahre Elastizitätsgrenze eines Werkstoffes mit der ihr beigelegten Bedeutung im Sinne Welters sei bekannt, so wäre es Aufgabe des Konstrukteurs, die wahren Höchstspannungen seines Werkstücks unter Berücksichtigung der Spannungsverteilung bei gleichbleibendem Querschnitt und infolge etwa vorhandener Querschnittsübergänge, gewollter und ungewollter Kerbe und sonstiger Nebeneinflüsse unter Krafteinwirkungen, über die er sich vielfach erst mit dem Verbraucher auseinanderzusetzen hätte, zu bestimmen. Welter dürfte nicht behaupten wollen, daß der Konstrukteur selbst in einfacheren Fällen in der Lage sei, die Lösung auch nur für die Spannungsverteilung bei bekannten wirksamen Kräften mit der Genauigkeit anzugeben, die er selbst für die Bestimmung der Materialeigenschaften offenbar fordert. Die Krafteinwirkungen werden sich oft nur gefühlsmäßig oder auf Grund eines großen Beobachtungsstoffes im Wege der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Großzahlforschung finden lassen. Der Konstrukteur braucht sich wirklich auf die Vervollkommnung seiner Rechnungsverfahren nicht allzuviel zugut zu halten. Diese erleichtern ihm vielleicht gegenüber den Zeiten von James Watt und Redtenbacher die Interpolation innerhalb bekannter Gebiete. Geht er aber auf Neuland, so ist er wenigstens zur Nachprüfung seiner Annahmen gezwungen, genau wie diese alten Meister die Natur durch die Probe auf das Exempel zu befragen. Insofern entspricht das zurzeit übliche Verfahren der Annahme zulässiger Beanspruchungen und der Einführung von erfahrungsmäßigen Sicherheitsfaktoren für das jeweilige Werkstück durchaus dem heutigen Stand unserer Erkenntnis. Dieser Zustand ist gewiß nicht ideal, aber um vorwärts zu kommen, muß der Werkstoffprüfer zur Schaffung physikalischer Festwerte, welche die Werkstoffeigenschaft eindeutig bestimmen, der Konstrukteur zur Ermittlung der wahren Spannungsverteilung und endlich der Betriebsmann zur Bestimmung der betriebsmäßigen Krafteinwirkungen angehalten werden. Übertriebene Anforderungen in einer einzelnen Richtung ohne entsprechende Berücksichtigung der andern verschlechtern und gefährden nur das Endergebnis, und so schießen die vielfachen Vorschläge der letzten Zeit auf dem Gebiete der Stoffprüfung — offenbar eine Folge davon, daß neuerdings auch die Verbraucherkreise sich der Behandlung dieser Frage zugewendet haben — vielfach weit über das Ziel, wie es bei dem hier vorliegenden Aufsatz Welters nachgewiesen werden konnte.

Düsseldorf, im Januar 1924. Dr.-Ing. Karl Daeves. Dipl.-Ing. Bruno Weissenberg.

Daeves und Weißenberg stellen in ihrer Zuschrift fest, daß alle Versuche, die verschiedenen Eigenschaften der Metalle, wie Kerbzähigkeit, Härte, Dauerfestigkeit usw. auf die Elastizitätsgrenze zurückzuführen, daran scheitern, daß so gut wie keine zuverlässigen Zahlen über die wahre Elastizitätsgrenze bekannt sind. Diese Feststellungen beruhen auf einer irrtümlichen Auslegung des diesbezüglichen Absatzes meiner Arbeit, da an keiner Stelle der Arbeit eine solche Behauptung aufgestellt worden ist.

Zu ermitteln, inwieweit dem nicht von mir stammenden, sondern in der Materialprüfung allgemein üblichen Ausdruck der „wahren Elastizitätsgrenze" (um sie von der Streck- oder Proportionalitätsgrenze zu unterscheiden) eine absolute Bedeutung zukommt, war keineswegs der Zweck der vorliegenden Arbeit. Der Titel „die statische und dynamische Elastizitätsgrenze im Materialprüfungs- und Konstruktionswesen" zeigt wohl eindeutig den Inhalt der Arbeit an. Zu den belehrenden Ausführungen von Daeves und Weißenberg über die Elastizitätsgrenze möchte ich daher nur ganz kurz Stellung nehmen, da diese Frage eine der schwierigsten ist, die nicht nur den Materialprüfer und den Konstrukteur, sondern darüber hinaus auch den Physiker beschäftigt und ein Studium für sich bildet. Daß alle technischen Metalle aus einem Kristall-Haufwerk bestehen und daß bei Belastung die am ungünstigsten orientierte Kristallart zuerst gleitet, dürfte jedem, der sich einigermaßen mit den Grundgesetzen der Metallkunde befaßt hat, geläufig sein. Auf die weiteren von Daeves und Weißenberg angeschnittenen Punkte bezüglich Gleitung oder Verdrehung der Kristalle, elastische Hysteresis usw., über die noch keineswegs irgendwelche eindeutigen Anschauungen bei Vielkristall-Aggregaten in Fachkreisen aufkommen konnten, einzugehen, dürfte an dieser Stelle zu weit führen. Zu erwähnen ist nur, daß die von Daeves und Weißenberg gemachten Angaben in der im Juli 1923 erschienenen Arbeit von Gough und Hanson, Roy. Soc. Proc. A, Vol. 104 zu finden sind.

Daß Daeves und Weißenberg der Elastizitätsgrenze eine besondere Bedeutung absprechen und ihr keinen größeren Wert als der 0,2 vH-Grenze oder gar der Bruchgrenze beimessen, ist mir im Hinblick auf die jedem Konstrukteur geläufige Forderung, daß jeder Bauteil seine ursprüngliche Form während und nach der Arbeitsleistung nach Möglichkeit beibehalten muß, d. h. nur elastisch deformiert werden darf, nicht erklärlich. Dies umsomehr, als Daeves und Weißenberg in der Einleitung ihrer Zuschrift selbst sagen: „Die einzige Eigenschaft, die beim Zerreißversuch einigermaßen Anspruch auf die physikalische Wertung machen darf, ist bekanntlich die Elastizitätsgrenze." Ferner möchte ich noch erwähnen, daß ebenso wenig wie der Ausdruck „wahre Elastizitätsgrenze" (vergl. auch P. Goerens: „Über den Einfluß der mechanischen Formgebung auf die Eigenschaften von Eisen und Stahl", Stahl und Eisen 1913, S. 438) von mir stammt, ich ebensowenig die 0,001 vH-Elastizitätsgrenze als die allein maßgebende hingestellt habe. Die 0,001-Grenze wurde, wie dies auch bereits in meiner Arbeit mitgeteilt wurde, vom Material-Prüfungskongreß der Technik in Brüssel 1906 unter Beteiligung aller maßgebenden Fachleute seinerzeit festgelegt und stellt heute ebenso wie damals die kleinste mit den bekannten Instrumenten erfaßbare bleibende Längenänderung dar.

Ähnlich wie Daeves bei der Einwendung bezüglich der Elastizitätsgrenze die schwierigsten bis jetzt noch nicht geklärten Momente in die Erörterung hineinzerrt, benutzt er das lediglich für das unter- und überelastische Verhalten von Kolbenstangen dienende Beispiel, zur Theorie des Dauerbruchs Stellung zu nehmen. Jedenfalls dürfte die Behauptung, auf die sich sein ganzer Einwand stützt: „es ist aber gerade ein Kennzeichen des Dauerbruchs, daß die Brucherscheinung ohne erkennbare Dehnung erfolgt", etwas sehr zweifelhaft sein. Beim Dauerbruch-Biegeversuch, bei dem sich die gesamte Beanspruchung auf einen einzigen, vielfach noch durch Kerbe im voraus wohl definierten Querschnitt bezieht, ist, was eigentlich selbstverständlich ist, eine Deformation nicht meßbar. Dies spricht aber keineswegs gegen die Annahme, daß bei Dauerzugversuchen unter genauen Versuchsbedingungen wohl eine erkennbare Dehnung feststellbar sein dürfte.

Unverständlich ist es ferner, wenn einerseits von der hohen Warte des Werkstoff-Sachverständigen die schwierigsten Punkte behandelt werden, anderseits jedoch behauptet wird, daß der Konstrukteur bei Beurteilung eines Materials das Arbeitsvermögen nicht berücksichtigt. Wenn das Arbeitsvermögen des Materials keine ausschlaggebende Rolle spielt, ist mir nicht erklärlich, warum bei hoch beanspruchten Teilen wie Automobilwellen, Automobilachsen, Turbinenwellen usw. größtenteils hochwertige Chromnickelstähle mit verhältnismäßig geringer Festigkeit verwendet werden. Im übrigen möchte ich nur noch richtigstellen, daß ich, entgegen dem, was Daeves und Weißenberg feststellen, nicht das Arbeitsvermögen an sich, sondern dieses unter Berücksichtigung der Elastizitätsgrenze als wichtigen Faktor für den Konstrukteur hingestellt habe.

Die Schlußfolgerung von Daeves und Weißenberg, die darauf hinausgeht, daß infolge Unkenntnis der Kraftverteilung in vielen Konstruktionen eine Genauigkeit der Materialprüfung nicht notwendig ist und man wie bisher die Grundlagen der gesamten Bautechnik dem Gefühl überlassen könne, dürften wenig fortschrittlicher Natur sein. In einem Punkte bin ich allerdings mit den Ausführungen von Daeves und Weißenberg einig, nämlich dem, daß es unbedingt notwendig ist, die betriebsmäßigen Kraftwirkungen nach und nach, so weit wie irgend möglich, in allen Konstruktionen und Maschinenteilen zu bestimmen. Ist dies aber der Fall, dann ist die Kenntnis der wahren Elastizitätsgrenze sämtlicher Materialien in dem Sinne, wie es in meiner Arbeit geschildert wird, unbedingt erforderlich. Mithin dürften auch die in der Arbeit aufgestellten Forderungen, die keinerlei übertriebene Anforderungen an die Stoffprüfung sind, keineswegs übers Ziel hinausschießen, sondern durchaus berechtigt sein.

Zum Schluß möchte ich nur noch dazu Stellung nehmen, daß die von Daeves und Weißenberg aufgestellte Behauptung, daß die übertriebenen Vorschläge der letzten Zeit auf dem Gebiet der Stoffprüfung eine Folge davon sind, „daß neuerdings auch die Verbraucherkreise sich der Behandlung dieser Frage zugewendet haben", keineswegs zutrifft. Entgegen der Auffassung von Daeves und Weißenberg möchte ich als Nichtverbraucher es mit Nachdruck unterstützen, daß gerade von den Verbraucherkreisen die Bedingungen, die ein zweckdienliches Material erfüllen muß, aufgestellt werden, damit auf diese Weise ein reger Austausch zwischen Anforderungen an ein Material und deren Erfüllung im Betrieb erfolgen kann und somit Konstruktionen entstehen, die technisch und wirtschaftlich als durchaus vollwertig bezeichnet werden können. [D 140]

Frankfurt a. Main, den 27. März 1924. Dr. G. Welter.

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

R. 35 | SONNABEND, 30. AUGUST 1924 | BD. 68

INHALT:

Lokomotivwerkstätten
der Linke-Hofmann-Lauchhammer Aktiengesellschaft in Breslau.

Von Karl Bernhard, Berlin.

Vom Verfasser erbaute Fabrikhallen in Verbindung mit Umbau anschließender Werkstätten zeigen eine bautechnische Anlage, die sich allen Anforderungen eines neuzeitlichen Schwer-Betriebes, besonders an Kraneinrichtungen neuester Art, an Heizung und Beleuchtung in wirtschaftlicher und schönheitlicher Weise durch ihre Bauart anpaßt.

Die nachstehende Beschreibung beschäftigt sich mit einem Erweiterungsbau, den die Firma Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. kurz vor Beginn des Krieges eingeleitet h[…]e, der aber dann infolge der Umstellungen, die der Kriegsa[…]ruch mit sich brachte, nicht zur Ausführung gelangte. Er w[…]de endgültig im Jahre 1916 in Angriff genommen und 1918 d[…] Betrieb übergeben.

Das von der Direktion der Linke-Hofmann-Lauchhammer A[…]. sorgfältig vorbereitete Bauvorhaben, das im wesentlichen ei[…] 54 m breite und 120 m lange Verbindungshalle zwischen der eh[…]naligen Kesselschmiede und dem Lokomotivzusammenbau vorst[…]te, sollte eine organische Zusammenfassung des gesamten L[…]omotiv-, Kessel-, Rahmenbaues und der Zusammenbauwerkst[…] mit zwangläufiger Materialbewegung herbeiführen.

Der Verfasser wurde mit der Durchführung der Aufgabe betraut, an der die Leitung der Auftraggeberin und das Baubureau des Werkes Breslau in allen Abschnitten mitwirkten.

Bauaufgabe.

Gefordert war ein mit reichlichem Oberlicht versehener Hallenbau, in dem außer festen Schwenkkranen an beliebigen Stellen Laufkrane von 30 t Nutzlast die ganze Fläche, und fahrbare 5 t-Konsolkrane den größten Teil der Halle bestreichen können. Außerdem sollten die Konsolkrane imstande sein, von dem einen Laufkrangebiet in das andre zu schwenken. Ferner sollten sie durch die östliche Stirnwand der Halle bis zu dem vor ihr liegenden Lagerplatz ohne wesentlichen Wärmeverlust im Winter durchgeführt werden.

Abb. 1. Die neue Halle im Bau.

Mit der bestehenden Halle der Kesselschmiede an der Nordseite sollte der Neubau soweit wie irgend möglich für den Arbeitsverkehr in Verbindung gebracht werden durch entsprechenden Umbau der bestehenden Abschlußwand, deren 9 m-Teilung für die Stützenteilung der neuen Halle infolgedessen zu Grunde gelegt werden mußte. Die zweigeschossige Seitenhalle des bestehenden Lokomotivzusammenbaues an der Südseite des neuen Gebäudes sollte in der oberen Galerie erheblich erhöht und besser belichtet und im Anschluß hieran auf der Südostseite der neuen Halle eine Blechschmiede neugebaut werden, die unten mit dem Neubau in vollständig offener Verbindung stehen, oben Räume in Verlängerung der alten Galerie bieten sollte. An der Stirn der Westfront, die so nahe wie möglich an das bestehende Lokomotivprobegleis zu führen war, sollten innen Betriebsräume in zwei Geschoßen eingebaut werden, das untere als Magazin, das obere für Meister und Bureaus und darüber eine Plattform als Absetzraum für Betriebsgegenstände. In den Keller dieses Einbaues waren die für die Heizung erforderlichen Räume zu legen.

Allgemeine Anordnung.

Um für die bautechnische Lösung dieser Aufgabe zunächst die wirtschaftlich vorteilhaftesten Grundlagen festzustellen, sind als Vorentwurf sieben verschiedene Möglichkeiten für die Einteilung der Hallen durchgearbeitet und dafür Vergleiche der Gesamtkosten für den Hallenbau nebst Fundamenten und die geforderten Krane nebst Kranbahnen aufgestellt worden. Am teuersten war die Lösung mit zwei Stützenreihen, deren Abstand untereinander doppelt so groß war wie ihr Abstand von den bestehenden Gebäuden. Die Binder der Mittelhalle trugen in der Mitte zwei Kranschienen, so daß sich eine Teilung für 4 parallele Laufkranbahnen von gleicher Spannweite ergab. Am billigsten stellte sich die zur Ausführung gebrachte Lösung mit zwei Stützenreihen und drei gleichen Öffnungen von je 18 m Spannweite, also für 3 Kranbahnen, die durch gebogene ⊐⊏-Eisen mit Zugstangen als frei aufgelagerte Binder in 4,5 m Abstand überspannt waren, Abb. 1 bis 3. Die Stützenentfernung in den Reihen wurde auf 18 m festgelegt, so daß also in der dreischiffigen Halle die einzelnen Stützen von den Nachbarstützen und Seitenwänden in jeder Richtung 18 m entfernt waren. Dies ermöglichte, daß die Konsolkrane, die um eine fahrbare Hängesäule geschwenkt werden, unter dem Fahrbahntragwerk sich frei bewegen konn
daß sie also ohne weiteres die Werkstücke aus
Mitte des einen Schiffes unter 180° Schwenkung
die Mitte des andern setzten konnten. Auf e
Arbeitsfläche von etwa 500 m² ist mithin nur
einzige innere Stütze angeordnet. Die dreisch
fige Halle kann also wie ein einhe
licher Betriebsraum ausgenutzt w
den. Die Stützen sind in den Fundamenten
gespannt, um die erheblichen Kräfte aus dem K
betrieb auf kürzestem Wege abzuleiten. Abb. 4 z
im Anschluß an den Querschnitt der Halle in ih
östlichen Teile die Anordnung der Blechschmiede
der Galerieerweiterung darüber.

Das Hallendach. Die Dachhaut, Pa
linbelag auf Bimsbeton-Hohlplatten, über eis
Fetten gestreckt, schmiegt sich im allgemeinen
Bogenkrümmung der in Abb. 3 dargestellten Bi
an. Die Zwickel zwischen den Bögen über den Mi
stützen *B* und *C* und zwischen den Bögen und
gehenden Wänden *A* und *D* der bestehenden Gebä
sind, da man die engen, leicht verstopften Kehlri
und deren Abwässerung durch das Halleninnere
meiden wollte, durch ebene Aufsattelungen im
fälle 1 : 112,5 (s. Abb. 7) derart abgedeckt, daß
alles Niederschlagwasser nach den Hallenstirnwä
führen, wo es in außen liegenden, entsprech
großen Abfallrohren frei ablaufen kann. Das Ha

Abb. 2. Grundriß der neuen Halle mit ihren Stützenstellungen.

Abb. 3. Hallenquerschnitt.

iere bleibt frei von jeglichen Abfallrohren, die Dachhaut frei n den zu Undichtheiten leicht Anlaß gebenden Durchdringungen endwelcher Art. Die Aufsattelungen sind durch entsprechende hrung und Gestaltung der Fetten in der Traufgegend erzeugt, o nicht, wie naheliegend, durch Aufbringung von Betonmassen m Höhenausgleich. Abb. 7 und 8 zeigen dies im Längenschnitt d Grundriß.

Die Fetten ruhen auf Zweigelenkbogenbindern mit Zuggurt, en Einzelheiten in Abb. 5 dargestellt sind. Die aus zwei N P 18 gebildeten Bögen werden, ohne ihre Gurte zu schwächen, tlich durch die Fetten knicksicher gehalten, wie in Abb. 6 t der Aufhängung der Zugstange dargestellt ist. Sie bestehen s zwei Hälften, die im Scheitel gestoßen sind. Der Zugstangen-

Abb. 4. Neubauquerschnitt an der Ostseite.

Abb. 6. Senkrechter Schnitt im Scheitel mit Aufhängung der Zugstange.

Abb. 5. Einzelheiten der Binder und deren Lager.

Abb. 7 und 8. Anordnung der Fetten und Windverbände.

Abb. 9. Querschnitt durch Krantragwerk mit Dachstützen und Fundamentverankerung.

anschluß an den Bogen, mit Rollenlager in einer im vorhanden Mauerwerk der Wand D hergestellten Nische, ist gleichfalls a Abb. 5 zu ersehen. Die Bogenbinder ruhen in der Stützenreihe wie in Abb. 3 gezeigt, mittels fester, in der Stützenreihe mittels Pendelstütze auf dem Krantragwerk, dessen Fachwe teilung den Binderabständen entspricht. Das Oberlicht Scheitel jedes Hallenschiffes ist als Sattel von 7,2 m Br über die ganze Halle ununterbrochen durchgeführt und ü den zweitletzten Bindern vor der Stirnwand geschlossen. First sind Johnsche Lüfter aufgestellt. Der Einfachheit u klaren Wirkung wegen ruhen die Oberlicht-Fetten auf gr linigen Bindern, die im Scheitel gelenkig miteinander verbun sind, so daß sie an sich dreigelenkig ihre Kräfte an den Bog binder abgeben. Daß die Gestaltung des Daches leicht ist tr völlig massiver Eindeckung, zeigt das Gewicht, das an Bind nur 10,8 kg/m² erfordert, mit Fetten und Verbänden nur 35 kg beträgt.

Das Krantragwerk. In den Stützreihen B und s. Abb. 2, tragen in 18 m Entfernung je 8 Stützen im Innern Hallen und je eine Stütze vor der östlichen Stirnwand das Kra tragwerk derart, daß unter dem Konsolschwenkkran n hinreichend Platz dem Betriebe verfügbar bleibt. Das Tragw besteht aus zwei senkrechten, ihrer Beanspruchung entsprech kräftigen Parallelfachwerkträgern von 2,9 m Höhe in 1,6 m stand, die oben und unten durch zwei Flachträger verbun sind (s. Abb. 9). Acht 2,25 m-Fachwerkfelder der 18 m w gespannten Kranbahnträger sind durch Streben und Pfosten a füllt. Jede der vier Gurtungen gehört gle zeitig einem senkrechten Hauptträger und ein wagerechten oberen bzw. unteren Flachträger a Um klare Kräftewirkunge zu erzielen, hat m bei den senkrechten Querverbindungen zwisc den Tragwänden nicht eingeführt, außer in Ebenen über den Stützen, wie sie Abb. 9 ze Dadurch wird erreicht, daß senkrechte Lasten n auf die senkrechten, wagerechte nur auf die we rechten Tragwände einwirken. Zur Übertrag der in der Längsrichtung wirkenden Bremskr ist das ganze Krantragwerk mit den acht Stütz paaren in vier Steifrahmen mit drei eingehän Trägern aufgelöst. Die Dachlasten werden in e Mitte zwischen den Knotenpunkten mit gera Ordnungsziffern 2, 4 usw., s. Abb. 12, die der Kr balken der großen Hallen, Schwenkkrane du auskragende Querträger über den Knotenpun mit ungeraden Ordnungsziffern 1, 3 usw. auf Hauptträger übertragen (s. Abb. 12 und 13). Du eine fest eingespannte 3,3 m hohe Stütze unter e Bogenbindern wird der gesamte Winddruck ge die drei Bogendächer auf das Krantragwer übertragen, wodurch in den Hauptträgern Be- u Entlastungen und in den oberen Flachträg Abb. 12, wagerechte Kräfte entstehen.

Abb. 10. Wagerechter Schnitt a - a zu Abb. 9 durch die Stützenverankerung.

Abb. 11. Stützenfuß.

Abb. 12. Obere Flachträger des Krantragwerkes.

Für die Schwenkkrane sind obere und untere Laufbahn-r:er vorhanden. Der obere, Abb. 12, ist ein flach gelegter I-Trä-g mit beiderseitigen Laufschienen für zwei wagerechte Rollen zur ertragung von nur wagerechten Kräften an die Enden der genannten Querträger über den Hauptträgern. Die unteren fbahnträger sind Träger für zwei wagerechte und eine krechte Rolle. Die Kranbahnträger für die Schwenkkrane be-pruchen den oberen Flachträger also nicht. Die unteren nbahnträger, Abb. 9 und 13, die an die Kragenden von Quer-rern genietet sind, hängen u n t e r den Pfosten der Hauptträger ungeraden Ordnungsziffern. Die gesamten senkrechten Kräfte Schwenkkrane werden also durch diese Aufhängung auf die ptträger übertragen, während der untere Flachverband die erechten Kräfte aus den unteren Rollen der Schwenkkrane zunehmen hat.

Die statische Berechnung für bewegliche Lasten der Lauf-r Schwenkkrane ist unter der Voraussetzung erfolgt, daß ei 30 t-Laufkrane mit 4,0 m Radstand und 1,5 m Zwischen-m für 25 t Radlasten sich über das Tragwerk hin bewegen. obere Flachträger hat die Bremskräfte von 4 fahrenden zen von je 1,2 t Größe, entsprechend $v = 0{,}67$ m/s, aufzu-men. Ferner sind zwei S c h w e n k k r a n e in ungünstigster lung in Betracht gezogen, und zwar so, daß die Ausleger allel zu den Hauptträgern stehen, also die Flachträger über-pt nicht beansprucht werden. Die Radstände sind 6,0 m, der schenraum 1,8 m und die senkrechten Raddrücke 17,5 bzw. 5,. Auch ist $^1/_{10}$ Schräglast der Nutzlast dabei berücksichtigt. Bremskraft des Schwenkkranes ist 3,53 t bei 1,67 m/s Ge-windigkeit. Die Bremsung der Drehbewegung ist ohne wesent-ien Einfluß. Die Übertragung der Längsbremskräfte auf das gwerk erfolgt durch zwei Winkelstreben in der Mitte des eren Flachträgers (s. Abb. 13). Dabei können die Schwenk-ne beiderseitig arbeiten und fahren. Dieser Belastungsmöglichkeit steht der Fall gegenüber, daß die Schwenkkrane einseitig mit senkrecht zur Fahrbahn stehenden Auslegern arbeiten.

Alle Stabkräfte sind für die vorstehend skizzierten einzelnen Belastungsfälle mittels Einflußlinien berechnet. Die aus 21 verschiedenen Fällen abgeleiteten Spannkräfte sind dann in ungünstigster Gruppierung der Querschnittsbestimmung des Tragwerkes zu Grunde gelegt, deren Einzelheiten die betreffenden Abbildungen zur Genüge klarlegen. Dabei ist vorläufig nur die Mittelhalle mit fahrenden Schwenkkranen ausgestattet, die aus der Halle herausfahrbar sein sollen, während die später einzubauenden Schwenkkrane in den Seitenhallen nicht herauszufahren brauchen, was für die noch zu besprechende Gestaltung der östlichen Giebelwand von Wichtigkeit ist. Weiter sei darauf hingewiesen, daß, da die Krane um 180° geschwenkt werden können, doppelte Horizontalrollen erforderlich sind, wofür ein Spiel von 5 mm zwischen den Schienen zugelassen ist. Erst nach der Aufstellung des Tragwerkes ist durch Stichmaße dieser Spielraum dadurch erreicht worden, daß die Rollen nachträglich auf das ermittelte Maß abgedreht worden sind. Die Hauptträger sind nur für Eigengewicht überhöht aufgestellt. Die oberen Querträger sind mittels Zentrierungsblechen auf den Obergurten der Hauptträger gelagert. Die unteren Querträger sind mittels Flacheisen an den Stegen an die Hauptträger gehängt und zu diesem Zwecke im Flansch durchschlitzt. Die Kranbahnträger für die Schwenkkrane sind zur sicheren Übertragung der Horizontalkräfte mittels Gußstahlstücken und flachliegendem Schraubenanker an das Tragwerk angeschlossen.

Die S t ü t z e n d e s T r a g w e r k e s bestehen im wesentlichen aus zwei Differdinger-Trägern, 75 B, jede Stützenhälfte unter je einem Hauptträger (s. Abb. 9 und 10). Mit Rücksicht auf die stark wechselnden Beanspruchungen durch die Schwenkkrane und die Möglichkeit erfahrungsmäßig leicht eintretender Vergrößerung der Kranlasten ist hier mit geringerer zulässiger Inanspruch-

Abb. 13. Untere Flachträger des Krantragwerkes.

Abb. 14 und 15.

Abb. 14 bis 16.
Konsolschwenkkran von 5 t Tragkraft.

nahme gerechnet. Sie sind, wie Abb. 9 zeigt, durch auf der Außenseite der Flansche aufgelegte ⊔ - Streben miteinander verbunden. Abb. 10 und 11 zeigen die Einzelheiten der Stützenfüße und ihre Verankerung mit den Fundamenten. Diese bestehen aus zwei getrennten mit Eisen bewehrten Betonkörpern in 3,2 m Abstand, vgl. Abb. 3. Alle Eisenteile unter Fabrikboden sind selbstverständlich einbetoniert. Durch diese Zweiteilung sind die Einspannungsverhältnisse der Stütze statis klar faßbar. Das ist auch der Grund für die gleiche Anor nung der Fundament-Einspannung beim Einstielviadukt der AE Schnellbahn, der bereits 1909 von mir entworfen und vor einig Zeit eingehend für die Ausführung bearbeitet worden ist.

Im vorliegenden Falle sind erhebliche einseitige Momen auf die Fundamentsohle zu übertragen. Wie bei Ermittlung d Stabkräfte des Krantragwerks sind auch für die Stützen u Fundamente ausgedehnte statische Untersuchungen angeste worden für die durch Eigengewicht, Schnee, Wind, Kranlast und Bremswirkungen in der Längs- und Querrichtung erzeugt Belastungsfälle und die Ergebnisse in Vergleich gebracht. Hin kommt auch noch die Wirkung des zu Rahmen verbunden Tragwerks mit den Stützen und Temperaturspannungen f ± 12,5 °C, wodurch ein in der Längsrichtung wirkendes Mome die Stützenfüße beansprucht. Ein andrer Belastungsfall ist d daß von den vier Katzen auf den Laufkranen zwei in der ein Halle bremsen, und zwei Schwenkkräne quer in derselben Ha arbeiten, während mit gleich Richtung der Wind auf Hallendächer wirkt. Schließl ist auch das Arbeiten von v Schwenkkranen mit Schrä zug in gleicher Richtung b rücksichtigt, was beispie weise die Last der ein Stützenhälfte auf etwa 21 Druck steigert, während andre mit 27 t Zug auf Verankerung wirkt.

Das Krantragwerk vor östlichen Giebelwand ist äh lich konstruiert wie das Innern der Hallen. Man h es jedoch völlig unabhäng von diesem ausgebildet, u die Giebelwand dagegen stützen zu können, von das eine Ende der als Kra träger ausgebildeten Hau träger mit pendelnder A lagerung getragen wird, wä rend die Hofstütze aus ö lichen Gründen in 6,75 m E fernung angeordnet werd mußte. Die Hauptträger sin noch 6,75 m darüber hina gekragt, d. h. je drei Hau trägerfelder länger. Hier wie bereits hervorgehoben, Kranbahn für die Konsolt ger nur im Gebiete der Mitt halle fortgesetzt. Die Fo setzung des Krantragwerkes ist statisch und konstruktiv in jed Beziehung berücksichtigt, auch für den Fall, daß die Hal später verlängert werden sollen.

Konsolkrane. Die von der Carl Flohr A.-, Berlin, gelieferten Konsolschwenkkrane, Abb. 14 bis bestehen aus einem Fahrgestell aus Eisenfachwerk und d Kranausleger, der um eine senkrechte Achse drehbar gelagt ist. An dem Fahrgestell sind zwei Rollen zur Aufnahme senkrechten Auflagerdrücke angeordnet. Die aus dem Mom der Nutzlast und des Eigengewichtes herrührenden wagerech Drücke werden durch acht wagerecht angeordnete Druckrol übertragen.

Um den Fahrantrieb möglichst einfach zu gestalten u außerdem den Kraftbedarf beim Fahren möglichst zu verm dern, sind die zur Aufnahme der wagerechten Drücke bestimm Rollen auf Präzisionskugellagern angeordnet. Infolgedessen nügt es, nur die beiden Vertikalrollen anzutreiben, da der Fa widerstand der Horizontalrollen sehr gering ist. Diese u schließen paarweise die zugehörigen Laufbahnträger, da Richtung der horizontalen Drücke je nach der Stellung des 360° drehbaren Auslegers wechselt.

Um Ausführungsungenauigkeiten in der Laufbahn aus gleichen, ist ein Teil der Rollen nachstellbar. Der Fahrmo treibt mittels einer durchgehenden Welle die beiden Vertikalrol an. Eine elektromagnetische Bremse bewirkt sicheres Abst pen. Ein an dem Fahrgestell angebrachter Laufsteg sorgt bequemen Zugang zu den Kranteilen und vermittelt den Einst in den am drehbaren Teil des Kranes befindlichen Führersta

Abb. 17. Kranstellungen.

Der Ausleger ist mittels einer vertikalen Säule aus Eisen-werk im Fahrgestell drehbar gelagert. Zur Aufnahme des rechten Druckes dient ein Kugellager. Die wagerechten fte werden oben durch ein Gleitlager, unten durch ein Rollen- r übertragen.

Abb. 16.

Der Antrieb zum Drehen des Auslegers ist auf diesem selbst angebracht. Er besteht aus einem vom Motor angetriebenen Schneckenvorgelege und einem Stirnradvorgelege, von dem das große Rad fest mit dem Eisenfachwerk des Fahrgestelles des Kranes verbunden ist.

In dem Schneckengetriebe befindet sich eine Rutschkupplung, durch die beim Drehen evtl. auftretende Stöße unwirksam gemacht werden.

An dem Ausleger ist außerdem das Hubwerk angeordnet. Die Lasttrommel wird mittels Stirnradvorgelege von dem Hubmotor angetrieben, wobei das schnellaufende erste Vorgelege in einem gußeisernen Ölkasten mit Ringschmelzlagern gelagert ist. Zum Halten der Last dient eine elektromagnetische Backenbremse.

Die höchste Hakenstellung wird durch einen zwangläufig durch die Winde betriebenen Endschalter begrenzt. Der Lasthaken ist auf Kugeln drehbar gelagert. Die Arbeitsgeschwindigkeit und Motorleistungen sind folgende:

Hubgeschwindigkeit: 7,5 m/min
Motorleistung: 14 PS

Drehgeschwindigkeit
im Kranhaken: 95 m/min
Motorleistung: 3,8 PS

Fahrgeschwindigkeit: 100 m/min
Motorleistung: 14 PS.

Zum Antrieb wird Gleichstrom von 440 V Spannung verwendet. Die Steuerung des Kranes erfolgt durch drei Kontroller mit Handrädern. Für das Drehen und Fahren sind normale Wendekontroller verwendet, während für das Hubwerk ein Kontroller mit Senkkraftschaltung gewählt wurde. (Schluß folgt.)

Hygroskopisches Nebelsignal[1]).

In Lambert Point, Norfolk, Va., Nordamerika, ist durch die Leuchtfeuerbehörde ein Nebelsignal aufgestellt worden, das durch die Änderung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft in Tätigkeit tritt. Es besteht aus einer elektrischen Nebelglocke, die durch ein hygroskopisches Element, eine Schnur aus einigen hundert Menschenhaaren, die horizontal über zwei Stützen gespannt ist, in Bewegung gesetzt wird, wenn

Abb. 1. Versuchsanordnung für das hygroskopische Nebelsignal.

die Luftfeuchtigkeit vom leichten Dunst bis zum dichten Nebel der Sättigungspunkt erreicht ist, Abb. 1. Wenn das hygroskopische Element sich verlängert, wird durch einen Kontakt ein 0,5 PS-Motor in Lauf gesetzt, der den Hammer der Glocke antreibt. Umgekehrt wird bei Verkürzung der Kontakt unterbrochen und der Motor ausgeschaltet. Die Glocke ist auf einem Fachwerkgerüst aufgehängt, das Hygroskop an einem Querarm rd. 1,8 m oberhalb des Glockenturmes, damit das Signal möglichst nicht in Tätigkeit tritt, wenn der Nebel sich nur dicht über dem Boden oder der Wasserfläche bildet. [M 538] Bu.

[1]) Vergl. a. Engg. New-Record Bd. 92 (1924) Nr. 23

Ein turboelektrisch angetriebener Schnelldampfer,

dessen Maschinenanlage weitaus größer sein wird, als irgendeine bisher gebaute Handelsschiff-Maschinenanlage mit elektrischer Übertragung, ist von der amerikanischen Matson-Line der Werft von William Cramp and Sons in Philadelphia in Auftrag gegeben worden. Das Schiff hat die Hauptabmessungen von 190 × 22 × 14,8 m. Es wird eine Geschwindigkeit von 21 Kn erhalten und die Strecke San Franzisko-Honolulu in 4½ Tagen zurücklegen; die Rundreise soll in 14 Tagen ausgeführt werden, wobei als Liegezeit in jedem Hafen 2½ Tage zur Verfügung stehen; die bisherige Rundreisedauer betrug 28 Tage. Das Schiff ist mit Kammern für 600 Fahrgäste erster Klasse sowie einer Anzahl vornehm eingerichteter Salons ausgerüstet. Da es sowohl durch die Tropen als auch durch die gemäßigte Zone fährt, ist es mit einer kombinierten Luftheizungs- und Luftkühlungsanlage versehen. Besonders bemerkenswert ist die Maschinenanlage, die aus zwei Curtisturbinen besteht, die ihren Dampf durch ölgefeuerte Wasserrohrkessel erhalten und je 10 500 PS_e leisten. Sie treiben zwei Wechselstromdynamos von je 7700 kW, deren Strom von zwei auf den Schraubenwellen sitzenden Synchronmotoren von 10 000 PS_e Leistung aufgenommen wird. Die Hilfsmaschinen werden elektrisch angetrieben; damit bei jedem Wetter ein regelmäßiger Dienst aufrechterhalten werden kann, sind die Kessel so bemessen, daß die Normalleistung um 20 vH gesteigert werden kann. Die Maschinen werden von der General Electric Company in Schenectady geliefert, die seit 1912 insgesamt 12 Schiffe mit elektrischem Antrieb versehen hat, davon 7 mit turboelektrischen und 5 mit dieselelektrischen Maschinen. Die größte dieser Anlagen sind diejenigen für die Flugzeugmutterschiffe „Lexington" und „Saratoga", deren turboelektrische Anlagen 180 000 PS leisten sollen, wenn sie fertiggestellt sind. Der neue Fahrgastdampfer soll etwa 4¾ bis 5 Millionen Dollar kosten; die Pläne des Schiffes sind gemeinsam mit dem Naval Department ausgearbeitet, so daß es in Kriegszeiten zur Unterstützung der Flotte dienen kann.

[N 562] C.

Gegenwärtiger Stand der Abdampftechnik und Abdampfwirtschaft in Deutschland[1].

Von Dipl.-Ing. H. Treitel, AEG, Berlin.

Die Maschinenbauarten und die in Deutschland verwendeten Verfahren, um jedes verfügbare und erreichbare Wärmegefälle zur Energieausnutzung heranzuziehen und Verluste durch Kondensation zu vermeiden. Erläuterung der Bestrebungen zur Vergrösserung der Druckgefälle. Darstellung des Einflusses, den die große Verbreitung dieser Anwendungen in Deutschland auf die gesamte Elektrizitätswirtschaft und die gewerblichen Erzeugungsverfahren ausgeübt hat.

Ziel der Abdampfwirtschaft.

Die Entspannung von Dampf erfolgt durch Drosseln oder unter Abgabe von Arbeit in einer Dampfkraftmaschine. Beim Drosseln behält der Dampf seinen anfänglichen Wärmeinhalt, im andern Fall steht der Verminderung des Wärmeinhaltes ein Gewinn an Energie gegenüber. Je besser der Wirkungsgrad der Energieumsetzung, desto geringer ist der Wärmewert des Dampfes am Ende des Prozesses; er beträgt aber bei einer mit höchster Luftleere betriebenen Kondensationsmaschine immer noch etwa 600 kcal/kg. Daher sind Drosselvorgänge insofern unfruchtbar, als sie die Möglichkeit der Energiegewinnung verscherzen. Abdampftechnik und -Wirtschaft haben zum Ziel: Ausnutzung jedes verfügbaren und erreichbaren Wärmegefälles zur Energieerzeugung. Die Gefälle sind nach unten beschränkt, nach oben aber noch weit ausdehnbar. Im folgenden wird gezeigt, mit welchen Mitteln und in welchem Umfang der deutsche Maschinenbau und die deutsche Industrie aus dieser allgemeinen Erkenntnis Nutzen gezogen haben.

Leistungen des Maschinenbaues.

Maschinen zur Deckung von Dampfwärme.

Gegendruckmaschinen: Die Forderung, den Abdampf einer Dampfkraftmaschine nicht mit Kühlwasser zu kondensieren, läuft darauf hinaus, die Abwärme auf Waren zu übertragen, deren Herstellung Wärme erfordert. Der günstigste Fall, daß die zum Kochen, Heizen, Trocknen erforderliche Dampfmenge bei der voraufgegangenen Expansion in einer Maschine zu jeder Zeit die verlangte Leistung ergibt, ist selten verwirklicht. Der einfachere Fall ist hierbei der, daß immer ein Mehrbedarf an Dampf zu decken bleibt. Dies ist das Feld Gegendruckmaschine; sie wird in Zuckerfabriken, die wohl erst bewußte Wärmewirtschaft betrieben haben, stets verwe Der ältere dezentralisierte Maschinenbetrieb in Zuckerfabr mit Gegendrücken von 1 at und Vorverdampfern macht hier im mehr dem zentralisierten Betrieb mit einer einzigen Gegendr maschine Platz. Weiterer Fortschritt liegt in der Richtung, Gegendruckturbinen, die in einem höheren Druckgebiet arbe vereinfachte Verdampfer anzuschließen, bei denen man in neue Zeit die Vakuumstufen schon fortgelassen hat. In andern trieben, z. B. in Färbereien, liegen die Verhältnisse ganz gl artig. Für die meisten Industriezweige gibt es heute Erfahru werte über die für die Einheit der Erzeugung aufzuwend Dampfmenge und die erforderliche Maschinenleistung, so man z. B. überschlagen kann, wie hoch man den Frischda druck steigern muß, um für eine bestimmte Fabrikation die wendige Kraft im Gegendruckbetrieb zu gewinnen. Als Bei einer großen Gegendruckturbine sei eine solche von 3950 kW einer Schluckfähigkeit von 39 000 kg/h bei 1,5 at abs. genan

Vakuumheizung: Eine Ausdehnung des Ene gefälles bei der Abdampfausnutzung bis in das Gebiet des U druckes trifft man vielfach an bei Maschinen, die man wäh der Heizzeit an eine Vakuumheizung anschließen kann. artige Anlagen, für die sich Dampfturbinen nicht besonders eignen, arbeiten dann wenigstens zeitweise wärmewirtschaf richtig.

Anzapfmaschinen: Wenn der Betrieb vorüberge oder dauernd mehr Energie verlangt, als der Nutzdampf abg kann, so verwendet man Maschinen mit Zwischendampfentnal sie sind in Deutschland zuerst verwendet worden. Die Kolbenmaschine mit Anzapfung hat 1904 in einer Münch Brauerei gearbeit[2]. Die erste Anzapftur mit Überströmv wurde 1907 in e Textilfabrik in Nähe von Berlin Pitsch, Nowawes Berlin) unter der tung des Verfassers jektiert und aufges Die Anwendung Anzapfmaschine wurde im Anfang d Patente gehemmt; sind aber erlos und seitdem haben diese Maschinen au ordentlich verbreitet den letzten fünf Ja waren von allen Da turbinen bis zu 1 kW Leistung, welch zu einem Kartell sammengeschlosse bedeutendsten deuts Firmen geliefert h etwa 43 vH Sonde binen für Verwer oder Abgabe von derdruckdampf.

Die ungleichmä Verteilung der A auf Hoch- und Ni druckteil bei wech der Entnahme muß Konstrukteur beso berücksichtigen.

Abb. 1. Anzapfturbine, Längsschnitt.

[1] In Anlehnung an eine für die Welt-Kraft-Konferenz in London gelieferte Abhandlung.

[2] Eberle: Der Ein fluß der Dampfkochun au die Dampfanlage der brauereien, Zeitschr. d Bayer. Revis.-Vereins S. 107

Rücksicht auf die Gleichmäßigkeit der Ware muß man ferner den Entnahmedruck sowohl bei Änderung der Last als auch bei Änderung der Dampfmenge sehr genau gleichförmig erhalten; dies wird dadurch erzielt, daß der Drehzahlregler den Dampfeinlaß am Hochdruckteil und am Niederdruckteil gleichzeitig in gleichem Sinne, der Druckregler dagegen diese Teile gleichzeitig und entgegengesetzt verstellt. Als Druckregler verwendet man für höhere Anforderungen Membranregler.

Abb. 1 bis 3 zeigen eine kennzeichnende deutsche Anzapfturbine mit selbsttätiger Mengenregulierung für Frischdampf und für Überströmung. Der Druckregler und der Geschwindigkeitsregler wirken unter Einschaltung von Öldruck-Hilfsübertragungen auf ein gemeinsames Gestänge, das keinen festen Drehpunkt hat. Ein solcher tritt nur dann auf, wenn einer der Regler nicht zu arbeiten braucht.

Der allgemeine Fortschritt im Turbinenbau, der sich vorwiegend auf die thermodynamische Verbesserung der Hochdruckstufen erstreckt hat, hat besonderen Einfluß auf die Durchbildung der Anzapf- und Gegendruckturbinen ausgeübt, so daß sie neuerdings den Vorsprung der Kolbenmaschinen auf diesem Gebiet eingeholt haben. Die Ergebnisse der Turbinen der Brünner Bauart haben dem gesamten Dampfturbinenbau einen Anstoß nach der Richtung hin gegeben, trotz größeren Materialaufwandes und entsprechend höherer Baukosten den Wirkungsgrad der Maschinen aufs äußerste zu steigern.

Abb. 2 und 3. Anzapfturbine, Steuerung.

Die Leistungen der Anzapfmaschinen werden immer größer. Es gibt heute verschiedene Anzapfturbinen von 5000 bis 6000 kW Leistung, die 47 t/h Dampf bei Drücken von 4,5 bis 6 at abs. abgeben. Genannt seien die Anzapfturbine von 2300 kW Leistung der Braunkohlengrube in Borna, Bez. Leipzig, 12 at, 250 °C Anfangszustand, 3,5 at abs. Entnahmedruck bei 50,6 t/h größter Entnahmemenge, die Anzapfturbine von 5000 kW Leistung der Braunkohlen- und Brikett-Industrie A.-G., Grube Marie Anne, 17 at, 330 ° Anfangszustand, 25 ° Kühlwassertemperatur, 4,8 at abs. Entnahmedruck bei 47,2 t/h Entnahmemenge, usw.

Turbinen, die im Winter durch Anschluß der Dampfheizung an der Grenze der Entnahmemöglichkeit arbeiten, im Sommer aber mit geringerer Entnahme und mit Kondensation arbeiten müssen, kann man während der Heizzeit an einen Hilfskondensator anschließen; in diesem wird nur der Stopfbuchsendampf niedergeschlagen, welcher durch das Niederdruckgehäuse fließt. Eine andre Lösung der Aufgabe, die Arbeit der Kondensation bei reinem Gegendruckbetrieb zu vermindern, besteht darin, daß man die Kühlwasserumlaufpumpe durch Belüftung am Ansaugen hindert, und die geringe Menge von Stopfbuchsendampf in einer Strahlluftpumpe niederschlägt[1]).

A n z a p f - G e g e n d r u c k m a s c h i n e n : Sind die allgemeinen Voraussetzungen für den Gegendruckbetrieb gegeben, aber zweckmäßig zwei Netze von Dampfleitungen für verschiedene Drücke angelegt, so verwendet man Gegendruckmaschinen mit einer Anzapfung. Um Dampfmangel im Niederdrucknetz zu decken, wenn im Kochdampfnetz höchster Verbrauch stattfindet, legt man zwischen Kesseldruck- und Niederdrucknetz sehr genau wirkende und durch Öldruck-Servomotoren gesteuerte Druckminderventile, weil die marktgängigen Druckminderventile unzuverlässig sind.

Die Einrichtung, Abb. 4, muß so arbeiten, daß bei nicht voll belasteter Maschine kein Dampf durch das Druckminderventil in das Heizsystem gelangen kann, ohne Arbeit abzugeben. Zu diesem Zweck wird, solange die Turbine arbeitet, die Druckölzufuhr zu der Steuerung derart unter den Einfluß des Reglers gestellt, daß sie erst geöffnet wird, wenn die Reglermuffe den vollen Hub zurückgelegt hat, der für die Steuerung der Maschine vorgesehen ist. Wenn die Maschine außer Betrieb ist, wird das Ventil von einer eigenen kleinen Druckölanlage versorgt.

D o p p e l - A n z a p f m a s c h i n e n : Kann man bei einer Anlage mit zwei Drucknetzen wegen der schlechten Übereinstimmung des Wärmebedarfs mit der Belastung die Kondensation

Abb. 4. Anzapfregelung mit Druckmindervorrichtung.

1. Druckminderventil, 2. Servomotor, 3. Handbetätigung bei Versagen der Ölversorgung, 4. Drucköl vom Regulierapparat, 5. Umsteuerhebel bei Anzapfbetrieb, 6. Umsteuerhebel bei Kondensationsbetrieb, 7. Anzapfdruckregler, 8. Von der Anzapfleitung, 9. Nockenwelle der Anzapfsteuerung, 10. Anzapfsteuerung, 11. Regulierapparat, 12. Frischdampfsteuerung, 13. Nockenwelle der Frischdampfsteuerung, 14. Schnellschluß von Hand während des Betriebes, 15. Drucköl von der Pumpe, 16. ölablauf, 17. Geschwindigkeitsregler, 18. Zahnradölpumpe, 19. Antriebsmotor für die Zahnradölpumpe, 20. Ausgleichleitung zum Ölbehälter der Turbine bei Anschluß an die Hauptölpumpe, 21. Absperrventil zwischen Druckölleitung der Hauptpumpe und der Zylinderpumpe, 22. Leitung bei Anschluß an die Hauptölpumpe, 23. ölbehälter.

nicht entbehren, so braucht man Maschinen mit zwei Entnahmestellen, die meist als mehrgehäusige Dampfturbinen ausgebildet werden. Je nach dem Bedürfnis des in Frage kommenden Industriezweiges beträgt der Gegendruck an der ersten Entnahmestelle 6 bis 8 at; das setzt einen entsprechend hohen Kesseldruck voraus, wenn die Energieabgabe in der Hochdruckstufe noch einen Zweck haben soll.

Eine für Zellstoff- und ähnliche Fabriken geeignete Bauart dieser Maschinen, Abb. 5, welche in der Zellulosefabrik Memel des Aschaffenburg-Konzerns aufgestellt ist, besteht aus einer Anzapfturbine und einer auf der gleichen Welle sitzenden Gegendruckturbine. Beide Maschinen empfangen Frischdampf aus dem Kessel, und die Steuerung, Abb. 6 und 7, hat die Aufgabe zu erfüllen, daß sich bei Änderungen der Belastung an keiner der beiden Entnahmestellen der Druck ändern darf, und daß, umgekehrt, keine Änderung der Entnahmemengen die Drehzahl beeinflußt. Zu diesem Zweck wirken alle diese drei Einflüsse auf ein gemeinsames Gestänge, wie bei den vervollkommneten Anzapfturbinen der in Deutschland üblichen Bauart.

Der Geschwindigkeitsregler wirkt im gleichen, der Gegendruckregler im entgegengesetzten Sinn auf die Steuerungen beider Turbinen, und der Anzapfdruckregler wirkt im entgegengesetzten Sinn auf die Steuerung der Anzapfturbine. Der Geschwindig-

[1]) D. R. P. 363 081.

Abb. 5. Gekuppelte Gegendruck- und Anzapfturbine.

keitsregler stellt also die Gesamtleistung der Turbinen ein, während der Gegendruckregler die Leistungen entsprechend der Entnahme von Gegendruckdampf auf die Gegendruck- und auf die Anzapfturbine verteilt. Sinkt z. B. die Entnahme von Dampf aus der Gegendruckleitung, so schließt der Gegendruckregler den Frischdampfeinlaß an der Gegendruckturbine und öffnet ihn an der Anzapfturbine. Steigt dagegen die Entnahme von Dampf aus der Gegendruckleitung, so ist der Vorgang umgekehrt. Ist der Gegendruckdampfbedarf größer als der von dem Geschwindigkeitsregler eingestellten Leistung entspricht, so schließt der Gegendruckregler die Steuerungen der Anzapfturbine, und der Geschwindigkeitsregler läßt die Steuerung der Gegendruckturbine nur so weit offen, als der Leistung entspricht. Der Anzapf druckregler hält den Anzapfdruck auf gleicher Höhe und schließ oder öffnet die Steuerungen der Anzapfturbine. Wird z. B. di Anzapfdampfentnahme kleiner, so schließt der Anzapfdruckregle die Frischdampfsteuerung der Anzapfturbine und öffnet die An zapfsteuerung. Die Steuerung ist so ausgelegt, daß beim Um steuern des Gegendruck- sowie Anzapfdruckreglers keine Dreh zahlschwankungen auftreten.

In einer andern Anlage, Abb. 8 und 9, welche die Papier fabrik Leykam-Josefthal erhalten wird, ist hinter einer Anzapf Gegendruckturbine eine Kondensationsturbine auf gleicher Well geschaltet. Das Besondere dieser Maschine ist die Möglichkeit, de Kondensationsteil na Lösung der Kupplun ganz still zu setzen un die Leerlaufarbeit fü diesen Teil der Maschin zu ersparen, solange e entbehrlich ist. Die Ma schine arbeitet mit 530 Uml./min, und die Übe setzung auf die Dreh zahl 3000 des Strom erzeugers wird durc ein Zahnradgetrieb vermittelt. Abb. 10 un 11 zeigen das Verhalte der Maschine bei ve schiedener Betriebs weise und verschied nen Belastungen.

Ist der Wärmebeda klein im Verhältnis zu Kraftbedarf, so find man neben den große Kondensationsmaschi nen eigene Abwärm maschinen der beschri benen Art, die, a gleichbleibenden Druc geregelt, ausschließlic die dem Heizdampfb darf entsprechende Le stung abgeben.

Abb. 6 und 7. Gekuppelte Gegendruck- und Anzapfturbine, Steuerung.

Maschinen zur Deckung von Wasserwärme.

In manchen Industriezweigen, z. B. in chemischen Fabriken, Wollwäschereien und andern Reinigungsgewerben, ist ein sehr großer Bedarf an warmem Wasser zu befriedigen. Man benutzt dann die Oberflächenkondensatoren normaler Bauart zur Erwärmung des Wassers, indem man es nach Bedarf mit der Hand oder selbsttätig unter der Einwirkung von Thermostaten aufstaut und zwischen Erzeugungs- und Verbrauchstelle einen Ausgleichspeicher anlegt. Die Stauung erfolgt mit Unterbrechungen; während dieser Stauung läuft die Maschine mit künstlich stark verschlechterter Luftleere, sonst aber mit hoher Luftleere. Diese Betriebsweise kommt auch für kleinere Anlagen, wie Schlachthöfe, Badeanstalten, Krankenhäuser und dergleichen in Betracht.

Maschinen zur Ausnutzung des Vakuumgefälles.

Die Energieerzeugung in dem unausgenutzten unteren Teil des Wärmegefälls ist eine Aufgabe, die man seit langem mit Hilfe der Abdampf- und Zweidruckturbinen gelöst hat. Wie in anderen Ländern, findet man diese Maschinen in großer Zahl in Bergwerks- und Hüttenbetrieben, wo man für die Abwärme aus Fördermaschinen, Walzenzugmaschinen usw. geringe oder nur vorübergehende Verwendung hat. Die Erfordernisse des Betriebes haben dem Maschinenbau die Aufgabe auferlegt, die meist unwirksamen Abdampfspeicher entbehrlich zu machen. Durch sehr empfindliche Steuerung und richtige Bemessung des Niederdruckteils hat man es in Deutschland auch erreicht, daß man fast alle Speicher (Rateau-, Festraum-, Geometerspeicher) entfernen oder unbenutzt liegen lassen kann, so daß sie bei neuen Anlagen überhaupt nicht mehr aufgestellt werden.

Abb. 9. Vereinigte Anzapf-Gegendruck- und Kondensationsturbine.

Abb. 8. Vereinigte Anzapf-Gegendruck- und Kondensationsturbine.

Einfluß der Abdampfverwertung auf die Kraftwirtschaft.

Dezentralisation: Die geschilderten Arten der Abdampfverwertung haben der gesamten Kraftwirtschaft in Deutschland ein besondres Gepräge gegeben. Auf der einen Seite geht das Aufsaugen der kleinen selbständigen öffentlichen Kraftwerke durch die großen Werke ständig weiter. Die kleinen Werke behalten nur dann eine Daseinsberechtigung, wenn sie den großen Werken als Spitzenkraftwerke, zur Phasenverbesserung oder als Heizkraftwerke helfen können. Auf der andern Seite macht die Dezentralisation Fortschritte, indem zahlreiche Industriewerke den Strom billiger selbst herstellen, sobald die Kupplung von Kraft- und Wärmewirtschaft durchgeführt worden ist.

Bei Gegendruckturbinen liegt die Grenze, wo sich die eigene Stromerzeugung lohnt, schon bei rd. 50 PS, bei Anzapfbetrieben bei rd. 300 PS. So konnte z. B. die Textilfabrik Avellis in Forst (Lausitz) mit großem Wärmebedarf nach Aufstellung neuer Hochdruckkessel und Maschinen, bei gleichem Kohlenverbrauch wie früher, die ganzen früher an ein Elektrizitätswerk bezahlten Stromkosten ersparen. Dieser volkswirtschaftlich erwünschte Vorgang wird dadurch ergänzt, daß die privaten Kraftwerke ohne Abdampfwirtschaft nach und nach sämtlich dem Anschluß an die großen Kraftwerke geopfert werden. Die deutsche Industrie bestellt daher auch heute nur noch in seltenen Ausnahmefällen reine Kondensationsturbinen.

Kupplung von Konzernwerken.

Durch elektrische Kupplung von Kraftwerken kann man die volle Ausnutzung der Gegendruckkraft unabhängig von den Veränderungen des Kraftbedarfes der einzelnen Werke wesentlich fördern. Bei der Ilse-Bergbau A.-G. hat man zu diesem Zweck die Kraftwerke von 6 Gruben mit 20 000 kW Gesamtleistung durch eine Hochspannungs-Ringleitung verbunden, die nicht allein den Eigenbedarf deckt, sondern auch ein Überlandnetz von mehr als 800 km Ausdehnung zur Versorgung von 300 Ortschaften speist. Zu den Schwierigkeiten des normalen Parallelbetriebs treten hier neue Regulierprobleme, wenn man die Gegendruckkraft voll ausnutzen und die im Tagbau außerordentlich häufigen Kurzschlüsse durch Selektivschutz auf die Örtlichkeit beschränken will. Trotzdem hat sich der Zusammenschluß bewährt, und die 3000 kW, welche die Anlage vorerst noch im Kondensationsbetrieb erzeugt,

Abb. 10 und 11. Vereinigte Anzapf-Gegendruck- und Kondensationsturbine.
Diagramme zur Ermittelung des Gesamtdampfverbrauchs.
29 at, 375 °C, 8,5 at abs. Anzapfdruck, 5,0 at abs. Gegendruck, 15 °C Kühlwasser-Eintrittstemperatur.

werden in nächster Zeit durch Einbau von Hochdruckkesseln ebenfalls im Gegendruckbetrieb geliefert werden. Diese Anlage verdient es, als eine wärmewirtschaftliche Leistung ersten Ranges gewürdigt zu werden

Wegerecht.

Die Schwierigkeit, öffentliche Wege oder fremde Grundstücke zur Führung von Dampfleitungen oder elektrischen Leitungen zu benutzen, hat früher meist die Abgabe von Überschußwärme oder Überschußstrom an benachbarte Werke unmöglich gemacht. Der Zwang zur Sparsamkeit mit Brennstoffen und die Erweckung des wärmewirtschaftlichen Gewissens seit den letzten Kriegsjahren haben aber dazu geführt, daß Kohlenersparnis als öffentliches Interesse anerkannt worden ist, so daß Straßen und Grundstücke jetzt auf gesetzlicher Grundlage enteignet werden können, wenn man nachweist, daß ihre Benutzung nennenswerte Kohlenersparnisse erbringt. In den letzten Jahren hat man auf diese Weise mehreren Fabriken ermöglicht, Fabrikteile, die rd. 500 m auseinander liegen, über fremde Grundstücke oder unter öffentlichen Straßen durch Dampfleitungen und Kabel zu verbinden. In Bayern ist die Landeskohlenstelle sogar ermächtigt, mangelhafte Wärmewirtschaft zu beanstanden und Änderungen zu erzwingen.

Kauf von Reststrom.

Dem öffentlichen Elektrizitätswerk entgehen bei dieser Entwicklung gewisse Gruppen von Kraftstrombeziehern, für die es wertvoll wäre, den Anschluß zur Aushilfe und für den Bezug von Reststrom zu behalten; unter Reststrom ist diejenige Energie zu verstehen, welche im Gegendruckbetrieb nicht mehr erzeugt werden kann. Diesem an sich richtigen Ausgleich in wärmewirtschaftlicher Beziehung steht aber nicht nur das privatwirtschaftliche Interesse der Elektrizitätswerke, sondern der Umstand entgegen, daß der Parallelbetrieb mit zahlreichen Privatkraftwerken die Betriebsführung des öffentlichen Kraftwerks erschwert. Diese Schwierigkeit hat man an mehreren Stellen überwunden, indem man in den Fabriken einzelne Antriebe oder Gruppen von Antrieben so eingerichtet hat, daß man sie auf das eigene oder auf das öffentliche Kraftwerk umschalten kann.

Abgabe von Überschußstrom.

Ebenso tritt der Fall auf, daß das Privatkraftwerk nicht Reststrom kaufen will, sondern vielmehr Strom abgeben möchte, der im Gegendruckbetrieb sehr billig erzeugt ist. Der Preis für diesen Strom ist sehr verschieden, wenn es sich um große oder kleine Mengen, um vorübergehende oder dauernde Abgabe handelt, und jenachdem der Strom zu willkommener Tages- oder Jahreszeit geliefert werden kann. Vielfach verhalten sich die Elektrizitätswerke gegenüber solchen Angeboten ablehnend, obwohl das öffentliche Interesse an diesem Zusammenschluß ständig und nachdrücklich erörtert wird. Vorbildlich war das Verfahren der Badischen Landeskohlenstelle, die in der Zeit der größten Kohlennot der Privatindustrie für den in das öffentliche Netz gespeisten Strom je kWh 1 kg guter Kohle lieferte.

Nicht immer liegen die Verhältnisse so günstig, wie bei Zuckerfabriken, deren Kampagne in die Niederwasserzeit der öffentlichen Wasserkraftwerke fällt. Wo Gebirgswasserkräfte ausgenutzt werden, läßt sich ein zeitlich willkommener Ausgleich zwischen Heizkraftstrom im Winter und Wasserkraftstrom im Sommer erreichen; hierauf hat man schon großzügig gedachte, aber noch nicht ausgeführte Anlagen aufgebaut.

Ein bemerkenswerter und kennzeichnender Fall lag in der Färberei und Tuchfabrik August Römer in Löbau vor: Diese Anlage brauchte für ihre Färberei bei Betrieb mit Dampf von 20 at, 350° und 3,5 at Gegendruck so viel Heizdampf, daß sich ein erheblicher Überschuß an elektrischer Energie ergab. Um wirtschaftlich arbeiten zu können, hat man die Turbodynamo für die größte Heizdampfmenge bemessen und mit dem städtischen Elektrizitätswerk Löbau vereinbart, daß es die überschüssige elektrische Energie kaufen sollte. Dieses Elektrizitätswerk ist nur Wiederverkäufer und bezieht seinen Strom vom staatlichen Elektrizitätswerk Hirschfelde. Die Firma Römer erhält als Strompreis weniger als das staatliche Elektrizitätswerk Hirschfelde, so daß beiden Teilen gedient war, besonders der Firma Römer, weil sie aus den Einnahmen für den verkauften Strom nur Abschreibungen und Zinsen der Mehrkosten der größeren Turbodynamo zu decken braucht. Das Elektrizitätswerk Löbau zahlt an das staatliche Elektrizitätswerk Hirschfelde einen um so höheren Strompreis, je schlechter der Leistungsfaktor im Monatsdurchschnitt ist. Da die Firma Römer nachts nur wenig Heizdampf und Strom braucht, so nützt man die Dynamo zur Lieferung von Magnetisierungsströmen in das Netz des städtischen Elektrizitätswerkes Löbau aus. Dieser Blindstrom wird d[...] Firma Römer mit 1/10 des für den Wirkstrom vereinbarten Kau[f]preises bezahlt. Der Vertrag zwischen dem städtischen Elektrizitätswerk Löbau und dem staatlichen Elektrizitätswerk Hirschfel[de] enthält die Bestimmung, daß das Werk Löbau keinen Strom v[on] andrer Seite kaufen dürfe. Diese Bestimmung haben die staatliche[n] Elektrizitätswerke in diesem Fall aufgehoben, weil die durch d[ie] beschriebene Anordnung erreichbare Kohlenersparnis im volk[s]wirtschaftlichen Interesse lag.

Phasenverbesserung.

Um die Abgabe von Überschußstrom durch eine größere Za[hl] von kleinen Werken an ein gemeinsames Netz zu erleichtern, h[at] man anfangs vorgeschlagen, Asynchronstromerzeuger zu verwe[n]den, die man so einfach parallel schalten kann, wie man eine[n] Motor einschaltet. Da aber diese Stromerzeuger entsprechen[d] dem Abdampfbedarf wechselnd und schwach belastet sind, hät[te] man dadurch das Hauptwerk praktisch nicht vergrößert, sonde[rn] durch die Lieferung des Blindstromes in der Leistungsfähigk[eit] sogar verkleinert, wenn man nicht die neuesten kompensiert[e] Asynchronstromerzeuger verwendet hätte. Man hat deshalb, u[m]gekehrt, Synchronstromerzeuger ausgeführt, deren kVA-Zahl m[an] ständig voll ausnutzen kann; diese speisen bei schwachem A[b]dampfbedarf Blindstrom in das Netz, der nach einem besonder[en] Tarif bezahlt wird.

Den Grenzfall bildet die Anlage eines reinen Phasenkompe[n]sators von 7000 kVA zur Steigerung der Leistungsfähigkeit ein[er] 70 km langen Fernleitung des Überlandkraftwerks Lauchhamm[er]. Bei der damaligen Kohlennot konnte man an der Verbrauc[h]stelle kein eigenes Kraftwerk errichten. Den Antrieb des Phase[n]schiebers besorgt ohne Mehrverbrauch an Kohle eine Gege[n]druckturbine, die als Arbeit leistendes Druckminderventil in ei[ne] vorhandene Dampfanlage zur Speisung von Gasgeneratoren e[in]geschaltet ist und die Leerlaufarbeit des Phasenschiebers dec[kt].

Der $\cos\varphi$ des Netzes wurde von 0,65 auf 0,8, die A[us]nutzungsziffer der vorhandenen beiden Turbinen von je 12 000 k[W] bei $\cos\varphi = 0{,}8$ sowie der drei Maschinen von je 5000 kW [b]ei $\cos\varphi = 0{,}8$ um 19 vH und die Ausnuztungsziffer einer vorha[n]denen 10 000 kW-Turbine bei $\cos\varphi = 0{,}7$ um etwa 7 vH gesteige[rt]. Die Leistungsfähigkeit des Netzes nahm dadurch um etwa 40 [vH] zu; schon die verringerten Leitungsverluste erbrachten ein[en] Energiegewinn, der etwa der Leerlaufarbeit des Phasenkomp[en]sators entspricht.

Fernheizwerke.

Schließlich seien einige Anlagen erwähnt, welche die [...] gestellte Forderung erfüllen, die Kraftwerke dorthin zu verleg[en], wo Dampf- und Wasserwärme verkauft werden kann. Das älte[ste] dieser Werke ist das 1906 gebaute Schwimmbad Stuttgart[1]). I[hre] von G. Kuhn gebaute Tandemmaschine, die als Anzapfmasch[ine] mit selbsttätigem Überströmventil arbeitet, liefert 400 kW in [der] Form von Gleichstrom von 220 bis 250 V.

Die neueren Fernheizwerke sind dadurch bemerkenswert, d[aß] man die Kondensationsanlagen zur Fernversorgung mit War[m]wasser ausgestaltet hat und Anzapfdampf aus Turbinen für [die] Nahversorgung verwendet. Die Anzahl dieser Fernheizwerke [ist] aber noch beschränkt.

Drucksteigerung.

Das aus wärmewirtschaftlichen und betriebstechnischen Gr[ün]den verständliche Bestreben, die Kondensation zu vermeiden, [die] Zwischendampfentnahme aus Kondensationsmaschinen du[rch] Gegendruckbetrieb zu ersetzen, hat die Erhöhung der Fris[ch]dampfdrücke, die der neuere Dampfkesselbau ermöglicht [ha]t, wesentlich gefördert. Schon 1909 wurde die Aufgabe gestellt, [f]ür eine bayerische Buntweberei Kessel für 18 at zu liefern, wel[che] eine Dampfmaschine für 5 at Gegendruck speisen sollten. He[ute] gelten 35 at als die obere Grenze für normale Kessel.

In der Zellstoffabrik Hinterberg in Leoben mit dem beka[nnt] unregelmäßigen Betrieb wird gegenwärtig die ganze Krafterz[eu]gung auf eine einzige Gegendruckmaschine umgestellt; diese [gi]bt bei 30 at Anfangsdruck den Abdampf mit 8 at an die Kocherei [a]b, deren Schwankungen durch einen Ruths-Speicher ausgeglic[hen] werden.

Die Fabrik erzeugt kein Papier, sondern bringt getrockne[ten] Zellstoff zum Versand. Der Dampfbedarf beträgt etwa 6800 k[g/h]; davon werden unregelmäßig 4500 kg von 8 at für die Koche[rei] und 2300 von 2,5 at für die Trockenmaschinen gebraucht. [...]

[1]) Eberle, Die neue Dampfanlage der Stuttgarter Badgesellscha[ft] Stuttgart, Zeitschr. d. Bayer. Revis.-Vereins 1910 S. 96.

n bisherigen Mitteln hätte man eine Anzapfmaschine auf-llen müssen, der man 2300 kg Trockendampf entnommen haben ırde. Durch Steigerung des Kesseldrucks auf 30 at und durch ıfstellung eines Ruths-Speichers, der zwischen 2,5 und 8 at beitet gegen 8 at und gibt die Kraft teils an eine Transmission, uckturbine erzeugen, so daß die Kondensation ganz fortfällt. e Gegendruckmaschine, in diesem Fall eine Kolbenmaschine, beitet gegen 8 at und gibt die Kraft teils an eine Transmission, ils an einen Stromerzeuger ab. Der Ruths-Speicher von 200 m³ halt liefert währenddessen, entsprechend seinem Dampfinhalt, lange an die Kocher, als es der steigende Kocherdruck zuläßt. wird dann weiter bis auf 2,5 at in die Dampfleitung der ockenmaschine entladen. Nach Mitteilung des Bestellers wird dieser Anordnung, abgesehen von den Vorteilen des Ruths-eichers für den Erzeugungsgang, der Strom billiger erzeugt beim Ausbau einer in der Nähe verfügbaren Wasserkraft.

Verhältnismäßig ungünstig mußten bisher chemische Fabri-n arbeiten, deren Kochprozesse hohe Dampfdrücke erfordern. ırch Steigerung des Kesseldrucks hat man auch hier neuzeit-he Gegendruckanlagen geschaffen oder die vorhandenen Ma-inen durch vorgeschaltete Hochdruckmaschinen ergänzt.

Senkung des Gegendrucks.

Nach unten läßt sich das Energiegefälle im allgemeinen ein-her und bisweilen fast kostenlos ausdehnen. Hier gilt es häufig r, Überlieferung und Vorurteil zu brechen. Die Erziehung der dustrie durch Ingenieure zur Überwindung der Meisterwirt-haft hat hier mit Erfolg gewirkt. Durch Vergrößern der Lei-ıgsquerschnitte und Heizflächen kann man die Druckverluste rmindern. Unter Mitwirkung der Textilmaschinenfabriken ırde die Fabrik Avellis in Forst mit Färberei und Appretur auf heitlichen Nutzdampfdruck von 2 at umgestellt, was noch viel-h als undurchführbar gilt.

Dreidrucknetz.

In Betrieben mit Mitteldruckmaschinen, d. h. Maschinen, die r für mäßige Anfangsdrücke und für Auspuffbetrieb gebaut rden müssen (Dampffördermaschinen, Walzenzugmaschinen, essen, Hämmer), kann man die Gefällausnutzung nach oben rch Vorschaltmaschinen, nach unten durch Zweidruckturbinen eitern. Dieses Dreidruckverfahren ist zum erstenmal auf der stfälischen Zeche Prosper II durchgeführt worden, wo eine ischen 20 at und 350° auf 10 at arbeitende Gegendruckturbine 000 kg/h Dampf in das nachgeschaltete Mitteldrucknetz abgibt.

Krafterzeugung aus Brüdendampf.

Eine wärmeverbrauchende Industrie größten Stils ist in utschland die Braunkohlenbrikettierung; schätzungsweise wer-n im Reich in jeder Stunde 4000 t Wasser aus Rohkohle aus-rieben. Neuerdings sind großzügige Versuche im Gange, um ht nur den zur Trocknung benutzten Dampf vorher Arbeit sten zu lassen, sondern auch die Wärme, die sich in der ver-npften Feuchtigkeit wiederfindet, zur Krafterzeugung zu ver-nden. Maschinentechnisch beachtenswert ist hierbei die Ver-ndung von Abdampfturbinen mit 0,3 at abs. Anfangsdruck. Die ockenvorrichtungen lassen den luft- und staubhaltigen Schwaden n 90° austreten; ein Temperaturabfall auf 70° ist erforderlich, durch Abkühlung Luft von Wasser zu scheiden und um aus n schlammhaltigen Kondensat reinen Wasserdampf für die rbine zu destillieren. Es liegt hier der eigenartige Fall vor, daß mitten aus dem für Energieerzeugung ausgenutzten Wärme-gäll ein Stück für einen Fabrikationsvorgang herausgenommen rden ist. Das Verfahren rührt von der Metallbank und Me-turgischen Gesellschaft, Frankfurt a. M., her[1]).

Verbesserung des Rankine-Prozesses.

Die als Regenerativ-Kreisprozeß bekannt gewordene Ver-serung des Rankine-Prozesses durch Entnahme von Zwischen-mpf für Speisewasservorwärmung hat man in der Industrie her weniger als in öffentlichen Werken beachtet, weil die in izkörpern in großen Mengen und mit hoher Temperatur an-llenden Kondensate meist restlos in die Kessel zurückgeführt rden können, so daß bei Vorhandensein von Rauchgasvorwärmern keine weitere Vorwärmung gebraucht wird. Die Anzapfung großer Hauptmaschinen gilt in Deutschland als Verwicklung; man neigt dazu, große Maschinen unberührt zu lassen und besondere Vorwärmmaschinen mit aufgestauten Zwischendrücken zu verwenden.

Abdampfwirtschaft und Produktionsbeschleunigung.

Speicher.

Die beschriebenen technischen Fortschritte erleichtern zwar durchweg das Kohlenkonto, keineswegs aber immer die Betriebsführung. Eine Fabrik verlangt Kraft und Wärme ohne Rücksicht auf deren gleichmäßige und nur dann wirtschaftliche Erzeugung. Wie im Warenverkehr zwischen Erzeugung und Verbrauch Lager eingeschaltet sein müssen, so hat man erkannt, daß auch zwischen Kesseln, Maschinen und den andern Verbrauchern durch Speicher ein Ausgleich geschaffen werden muß. Der Ruths-Speicher als Mittel zum Ausgleich des Wärmebedarfs in der Größenordnung von Stunden hat aus diesem Grunde größte Beachtung und vielfache Anwendung gefunden; die umfangreiche Literatur zeugt von der Verbreitung des Speichergedankens in Deutschland. Neben dem Ruths-Speicher, der ein Gefällsspeicher ist, schenkt man dem Gleichdruck- oder Speiseraumspeicher auf dem für ihn in Frage kommenden beschränkten Gebiet begrenzter Dampfspitzen, welche mit Entlastungen abwechseln, Aufmerksamkeit.

Der Ruths-Speicher ist jetzt das letzte Glied in der Entwicklung der Abdampftechnik: unaufhaltsame Verbesserung der Einzelwirkungsgrade von Maschinen und Einrichtungen — Kupplung von Kraft- und Wärmewirtschaft — Beschleunigung der Erzeugung durch Vermeiden schleichender Vorgänge und durch Schaffung der besten Bedingungen für die Dampf- und Energieerzeugung. Erst hiermit gewinnt die Abdampfwirtschaft einen Einfluß über das Kohlenkonto hinaus, das in vielen Industrien nur wenige Prozente der gesamten Erzeugungskosten beträgt. Die Abdampfwirtschaft wird hiermit zum ausschlaggebenden Faktor der Erzeugung.

Treibende geistige Kräfte.

Träger dieser Entwicklung waren in Deutschland die großen Elektrizitäts- und Maschinenbaufirmen. Im Gegensatz zu den Ländern, wo der beratende Ingenieur die technischen und wirtschaftlichen Aufgaben zu lösen hat, waren diese Firmen in wärmetechnischen Fragen die Berater und die Erzieher der Industrie, auch der stromliefernden Industrie; in dieser Stellung haben sie sich selbst dazu erzogen, die technischen Forderungen der Kundschaft kritisch zu prüfen. Die Wahl der Maschinen, die Schaltung und Regelung der Dampfnetze wird immer verwickelter, namentlich wenn man verschiedene Kesseldrücke einführt und gesteuerte Speicher verwendet; auch können nur wenige Betriebe genaue Angaben über den zeitlichen Verlauf des Dampf- und Kraftbedarfs liefern. Es gehört daher zur Vorbereitung der Pläne durch die Unternehmerfirmen, genaue Messungen über Erzeugung und Verbrauch von Dampf an kennzeichnenden Tagen durchzuführen. In mehreren Fällen haben Turbinenfabriken den schlüsselfertigen Bau ganzer Industriekraftwerke mit verwickelter Abdampfwirtschaft übernommen.

Erst in den letzten Jahren haben große Industrieunternehmungen eigene Wärmeingenieure angestellt, und auch kleinere Industrieverbände, wie diejenigen der Keramik, der Glasindustrie, der Kalkindustrie und andre haben jetzt Wärmestellen eingerichtet, die wertvolle und erzieherische Arbeit leisten, indem sie die an einer Stelle gewonnenen Erkenntnisse in ihrem Wirkungskreis verbreiten; sie bieten Gewähr dafür, daß auch kleinere Betriebe, die rein kaufmännisch geleitet werden, keine Verstöße gegen die Allgemeingut gewordenen Grundsätze rationeller Abdampfwirtschaft begehen. Die Früchte dieser Arbeit werden sich erst ganz auswirken, wenn die wirtschaftlichen Zustände in Deutschland wieder eine solche Ruhe erlangt haben werden, daß sich der Fabrikbesitzer sachverständigen Ratschlägen nicht mehr durch den Einwand entziehen kann, die Beschaffung der Rohstoffe berge allein schon derartige Gewinn- und Verlustmöglichkeiten in sich, daß es demgegenüber nur untergeordneten Wert hätte, das Kohlenkonto verringern und die Erzeugung durch Neuanlagen beschleunigen zu wollen. [B 548]

[1]) Vergl. „Die Braunkohle" Nr. 40 vom 5. Januar 1924.

Die Einheitsgrößen der Becherturbinen unter wechselnden Bedingungen.

Von Dr.-Ing. Georg Karraß, Berlin.

Die Einheitsgrößen der Becherturbinen, insbesondere die spezifische Umlaufzahl, ändern sich für bestimmte, durch das Verhältnis des Strahldurchmessers zum Laufraddurchmesser gegebene Bauarten mit der Reibung und dem Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeit zum Gefälle. Diese Änderungen sind berechnet und in Schaulinien dargestellt.

Umfangsgeschwindigkeit, Reibung und hydraulischer Wirkungsgrad.

In einem früheren Aufsatze[1]) sind die Änderungen der Einheitsgrößen der Francisturbinen, insbesondere der spezifischen Umlaufzahl bei verschiedenen Reibungswerten, Austrittverlusten und Eintrittwinkeln dargestellt. Im folgenden sind in ähnlicher Weise die Becherturbinen behandelt.

Im Gegensatz zu den Überdruckturbinen ist bei allen Freistrahlturbinen der bei jenen nicht vorhandene Verlust durch Freihängen und der Austrittverlust im vollen Umfang unwiederbringlich, so daß ein gegenüber der Überdruckturbine wesentlich erhöhtes Interesse besteht, den Austrittverlust kleinzuhalten.

Das gesamte wirksame Gefälle H, d. h. das geodätische Gefälle nach Abzug des Betrages für Freihängen und Reibung in der Zuflußleitung, wird in der Düse in Geschwindigkeit umgesetzt, wobei durch Düsenreibung der Betrag $\varrho_1 H$ verloren geht. Die Strahlgeschwindigkeit beträgt demnach $c_1 = \sqrt{(1-\varrho_1) 2 g H}$. Der Betrag ϱ_1 ist vom Laufrad unabhängig. Er kann für alle Düsen gleich groß, und zwar bei sauberer Bearbeitung mit $\varrho_1 =$ 0,04 eingesetzt werden. Am Eintritt in das Laufrad setzt sich die absolute Eintrittgeschwindigkeit c_1 mit der Umfangsgeschwindigkeit u zur relativen Eintrittgeschwindigkeit w_1 zusammen. Nach Oesterlen[2]), dessen Angaben im folgenden noch wiederholt angezogen sind, schrumpft das Eintrittdiagramm zu einer Geraden zusammen, da vor der Schneide des Bechers ein Wasserkeil anzunehmen ist, der den endlichen Schaufeleintrittwinkel bis zum Winkel 0° ausschärft. Ein Stoßverlust kommt nicht in Frage, so daß $w_1 = c_1 - u$ wird, Abb. 1 und 2.

Abb. 1 und 2. Versuchsanordnung sowie Ein- und Austrittdiagramm (letzteres im Verhältnis 2 : 1 zum Eintrittdiagramm gezeichnet).

Die Umfangsgeschwindigkeit, von deren Wahl der Austrittverlust $\alpha \cdot H$ und damit der hydraulische Wirkungsgrad ε abhängt, kann durch die Gleichung $\frac{u^2}{2g} = \xi H$ bzw. $u = \sqrt{\xi 2 g H}$ in ein bestimmtes Verhältnis zum wirksamen Gefälle gesetzt werden. Die Schaufeleintrittgeschwindigkeit w_1 vermindert sich dadurch, daß in der Laufschaufel infolge der Schaufelreibung ein bestimmter Bruchteil des Gefälles $\varrho_2 H$ verbraucht wird, auf die Schaufelaustrittgeschwindigkeit w_2. Es ergibt sich also:

$$\frac{w_2^2}{2g} = \frac{w_1^2}{2g} - \varrho_2 H$$

oder

$$\frac{w_2^2}{2g} = \left[\xi + 1 - (\varrho_1 + \varrho_2) - 2\sqrt{(1-\varrho_1)\xi}\right] H ,$$

Am Austritt setzt sich die Schaufelaustrittgeschwindigkeit w_2 wieder mit der Umfangsgeschwindigkeit u zusammen zur absolut Austrittgeschwindigkeit c_2. Der Austrittverlust beträgt:

$$\alpha H = \frac{c_2^2}{2g} .$$

Die Größe des Austrittverlustes ist weiter abhängig von de gewählten Schaufelaustrittwinkel β_2. Im Austrittdiagramm ist:

$$c_2^2 = u^2 + w_2^2 - 2 u w_2 \cos\beta_2$$

oder

$$\alpha = 2\xi + 1 - (\varrho_1 + \varrho_2) - 2\sqrt{(1-\varrho_1)\xi}$$
$$- 2\cos\beta_2 \sqrt{\xi} \sqrt{\xi + 1 - (\varrho_1 + \varrho_2) - 2\sqrt{(1-\varrho_1)\xi}} \; . \; ($$

Die äußersten Grenzen für den Schaufelaustrittwinkel β_2 werd mit 2° bis 8° angegeben. Der Reibungswert in der Schau wird sich mit $\varrho_2 = 0{,}03$ bis 0,15 einstellen, wobei große Wass schlucker mit entsprechend breiten Schaufeln auch große We von ϱ_2 aufweisen.

Abb. 3 bis 5 zeigen die Werte für den spezifischen Austr verlust α, die sich für die drei Winkel $\beta_2 = 2°$, 5° und 8° b einer Abstufung von ϱ_2 um je 0,03 und steigende Werte v $\sqrt{\xi} = 0{,}38$ bis 0,50 ergeben.

Entsprechend dem Austrittverlust ergibt sich der hydraulische Wirkungsgrad $\varepsilon = 1 - (\varrho_1 + \varrho_2 + \alpha)$, der in Abb. bis 5 ebenfalls in Schaulinien aufgetragen ist.

Die Richtung von c_2 ist hierbei stets wechselnd. Die V schrift senkrechten Austrittes, die bei den Francisturbinen d kleinsten Saugrohrdurchmesser ergibt, hat bei Becherturbin keinen Sinn. Vielmehr ergibt sich, wie aus dem Austrittdiagram in Abb. 2 ersichtlich, der kleinste Austrittverlust, wenn c_2 sen recht auf w_2 steht. Es ist dann:

$$\cos\beta_2 = \frac{w_2}{u} = \frac{\sqrt{\xi + 1 - (\varrho_1 + \varrho_2) - 2\sqrt{(1-\varrho_1)\xi}}}{\sqrt{\xi}} \; . \; . \; .$$

Hieraus folgt:

$$\xi - \frac{2\sqrt{1-\varrho_1}}{1-\cos^2\beta_2}\sqrt{\xi} + \frac{1-(\varrho_1+\varrho_2)}{1-\cos^2\beta_2} = 0 .$$

Das positive Vorzeichen in der Wurzel der quadratisch Gleichung ergibt technisch keinen Sinn. Es ist daher:

$$\sqrt{\xi} = \frac{\sqrt{1-\varrho_1}}{\sin^2\beta_2} - \sqrt{\frac{1-\varrho_1}{\sin^4\beta_2} - \frac{1-(\varrho_1+\varrho_2)}{\sin^2\beta_2}} .$$

Im Austrittdiagramm (Abb. 2) ist hierbei

$$\sin\beta_2 = \frac{c_{2\min}}{u} = \frac{\sqrt{\alpha_{\min} 2 g H}}{\sqrt{\xi 2 g H}} .$$

Der kleinste Wert des verhältnismäßigen Austrittverlustes erg sich damit zu $\alpha_{\min} = \xi \sin^2\beta_2$ und dementsprechend wird der höch hydraulische Wirkungsgrad

$$\varepsilon_{\max} = 1 - (\varrho_1 + \varrho_2 + \alpha_{\min}) .$$

Aus den vorstehenden Gleichungen, deren Auswertung zum T mit siebenstelligen Logarithmen erfolgen muß, damit man a reichende Genauigkeit erhält, ergeben sich die kleinsten We des verhältnismäßigen Austrittverlustes, des entsprechen hydraulischen Wirkungsgrades und der zugehörigen Umfa geschwindigkeit nach Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1. Kleinste verhältnismäßige Austrittv luste $\alpha_{\min}$ und größte hydraulische Wirkungsgra $\varepsilon_{\max}$ in Abhängigkeit vom Austrittwinkel β_2 und d Schaufelreibungswert ϱ_2.

	$\varrho_2 =$	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15
$\beta_2 = 2°$	$\sqrt{\xi} =$	0,474 4	0,459 4	0,443 9	0,428 8	0,413
	$\alpha_{\min} =$	0,000 274	0,000 258	0,000 240	0,000 224	0,000
	$\varepsilon_{\max} =$	0,929 7	0,899 7	0,869 8	0,839 8	0,809
$\beta_2 = 5°$	$\sqrt{\xi} =$	0,475 5	0,460 6	0,445 1	0,429 8	0,414
	$\alpha_{\min} =$	0,001 72	0,001 61	0,001 50	0,001 40	0,001
	$\varepsilon_{\max} =$	0,928 3	0,898 4	0,868 5	0,838 6	0,808
$\beta_2 = 8°$	$\sqrt{\xi} =$	0,476 8	0,461 3	0,445 9	0,430 5	0,415
	$\alpha_{\min} =$	0,004 40	0,004 12	0,003 85	0,003 59	0,003
	$\varepsilon_{\max} =$	0,925 6	0,895 9	0,866 2	0,836 4	0,806

Im Vergleich zu den Francisturbinen werden die Austr verluste außerordentlich gering und demnach die hydraulisch Wirkungsgrade sehr hoch.

[1]) Vergl. Z. B. 67 (1923) S. 346.
[2]) Dubbel, Handbuch für den Maschinenbau 4. Aufl. S. 251.

Abb. 3 bis 5. Spezifischer Austrittverlust und hydraulischer Wirkungsgrad.

Abb. 6. Leistungskoeffizienten bei $\beta_2 = 5°$.

Da aber der Austrittverlust nicht wieder einzubringen ist, uß er zur Erzielung guten Wirkungsgrades möglichst klein ehalten werden. Anderseits ist er unvermeidlich, damit das Vasser die Schaufel auch verlassen kann. Es ist deshalb unter Jmtänden erforderlich, entweder den Austrittwinkel zu verrößern oder die Turbine mit einer anderen als der dem kleinsten Austrittverlust entsprechenden Umfanggeschwindigkeit laufen u lassen.

Wie aus Abb. 3 bis 5 und Zahlentafel 1 ersichtlich ist, veringert die Vergrößerung des Austrittwinkels den hydraulischen Virkungsgrad nur um Bruchteile eines Hundertteils.

Wassermenge, Leistung, Umlaufzahl, Drehmoment.

Der Querschnitt des Strahles ergibt sich aus dem Durchesser d zu $\frac{\pi d^2}{4}$. Da die Wassermenge Q durch diesen Querchnitt mit der Geschwindigkeit c_1 hindurchgeht, so wird:

$$Q = \frac{\pi}{4}\, d^2 \sqrt{(1-\varrho_1)\, 2g\, H} = 3{,}479 \sqrt{1-\varrho_1}\, d^2 \sqrt{H}.$$

er Durchmesser d_d der Düse selbst muß größer ausgeführt erden als der Strahldurchmesser, da die Umsetzung von ruck in Geschwindigkeit in der Düsenmündung noch icht beendet ist. Nach Oesterlen beträgt die mittlere Strahlgechwindigkeit an dieser Stelle erst 0,7 bis 0,9 $\sqrt{2\,g\,H}$; da außerem durch die Reguliernadel 10 bis 16 vH der Mündungsfläche ersperrt werden, muß je nach der Konstruktion der Düse $_d = 1{,}1$ bis $1{,}3\,d$ werden.

Die Leistung ergibt sich aus

$$N_{\mathrm{PS}} = \frac{1000}{75}\, \eta\, Q\, H,$$

orin der mechanische Wirkungsgrad η noch um den Betrag der agerreibung, des Regulatorantriebes und dergl. kleiner ist als er hydraulische Wirkungsgrad ε. Durch Einsetzen des Wertes ir Q ergibt sich:

$$N_{\mathrm{PS}} = \frac{10}{3}\, \pi\, d^2 \sqrt{(1-\varrho_1)\, 2\,g}\, H \cdot H\, \eta = 46{,}38 \sqrt{1-\varrho_1}\, \eta\, d^2\, H \sqrt{H}.$$

ie Leistung in kW erhält man zu:

$$N_{\mathrm{kW}} = 34{,}13 \sqrt{1-\varrho_1}\, \eta\, d^2\, H \sqrt{H}.$$

edeutet D den mittleren Durchmesser des Laufrades, bis zur itte des Strahles gemessen, so ergibt sich die mlaufzahl aus:

$$n = \frac{60}{\pi} \cdot \frac{u}{D} = \frac{60}{\pi\, D} \sqrt{2\,g\,H\,\xi} = 84{,}6 \sqrt{\xi} \cdot \frac{1}{D} \sqrt{H}.$$

as Drehmoment ergibt sich aus

$$M = \frac{60 \cdot 75}{2\,\pi} \cdot \frac{N_{\mathrm{PS}}}{n}$$

$$M = 125\, \pi\, d^2 \sqrt{1-\varrho_1}\, \frac{\eta}{\sqrt{\xi}}\, D\, H$$

$$= 392{,}7 \sqrt{1-\varrho_1}\, \frac{\eta}{\sqrt{\xi}}\, d^2\, D \sqrt{H}.$$

ird in diesen Formeln $H = 1$ m gesetzt, so mmen sämtliche Potenzen von H in Fortfall und man erhält die Größen für 1 m wirksames Gefälle, die durch das Beizeichen „I" gekennzeichnet werden.

In der Zusammenfassung ergibt sich die Zahlentafel 2.

Die Werte k_2, k_3, k_4 und k_5 sind in verschiedener Weise abhängig von η und $\sqrt{\xi}$. Der Betrag für Lagerreibung, Regulatorantrieb und dergl. ist mit 0,04 geschätzt, so daß gesetzt ist:

$$\eta = 1 - (\varrho_1 + \varrho_2 + \alpha + 0{,}04).$$

Der hydrauliche Wirkungsgrad ist gemäß Abb. 3 bis 5 abhängig von $\sqrt{\xi}$ und β_2. Der Einfluß von β_2 ist aber, wie ersichtlich, so gering, daß er gegenüber der Unsicherheit, die in der Schätzung der mechanischen Verluste liegt, völlig zurücktritt. Es sind daher die Schaulinien für k_2, k_3, k_4 und k_5 in Abb. 6 und 7 nur für den mittleren Wert $\beta_2 = 5°$ aufgestellt.

Die spezifische Umlaufzahl.

Jede Becherturbine ist gekennzeichnet durch die Werte von Q_I bzw. N_I und n_I. Um eine einheitliche Kennzeichnung für alle geometrisch ähnlichen Turbinen zu erhalten, wird die spezifische Umlaufzahl n_s gebildet. Wird N_I in PS gemessen, erhält man hierfür:

$$n_s = n_I \sqrt{N_I} = 20 \sqrt{\frac{60}{\pi} \sqrt[4]{2\,g^3}\, (1-\varrho_1)} \sqrt{\xi\, \eta}\, \frac{d}{D}$$

$$= 576{,}2 \sqrt[4]{1-\varrho_1} \sqrt{\xi\, \eta}\, \frac{d}{D}.$$

Wird der angenommene Wert $\varrho_1 = 0{,}04$ eingesetzt, ergibt sich:

$$n_s = 570{,}3 \sqrt{\xi\, \eta}\, \frac{d}{D} = k_6\, \frac{d}{D}.$$

Das Verhältnis $d : D$ = Strahldurchmesser : Laufraddurchmesser kennzeichnet die geometrische Ähnlichkeit der Becherturbine in der gleichen Weise, wie bei den Francisturbinen das Verhältnis des Eintrittdurchmessers zum Austrittdurchmesser.

Wird N_I in kW gemessen, so ist

$$n_s = 494{,}7 \sqrt[4]{1-\varrho_1} \sqrt{\xi\, \eta}\, \frac{d}{D}.$$

Mit $\varrho_1 = 0{,}04$ ergibt sich dann:

$$n_s = 489{,}7 \sqrt{\xi\, \eta}\, \frac{d}{D} = k_7\, \frac{d}{D}.$$

Zahlentafel 2.

Einheitsgröße	Maß	Für $H = 1$ m allgemein	Für $H = 1$ m bei $\varrho_1 = 0{,}04$	Für beliebiges H zu multiplizieren mit
Q_I	m^3/s	$3{,}479 \sqrt{1-\varrho_1}\, d^2$	$3{,}408\, d^2 = k_1\, d^2$	$\sqrt{H} = H^{1/2}$
N_I	PS	$46{,}38 \sqrt{1-\varrho_1}\, \eta\, d^2$	$45{,}45\, \eta\, d^2 = k_2\, d^2$	$H \sqrt{H} = H^{3/2}$
N_I	kW	$34{,}13 \sqrt{1-\varrho_1}\, \eta\, d^2$	$33{,}44\, \eta\, d^2 = k_3\, d^2$	$H \sqrt{H} = H^{3/2}$
n_I	Uml./min	$84{,}6 \sqrt{\xi}\, \frac{1}{D}$	$84{,}6 \sqrt{\xi}\, \frac{1}{D} = k_4\, \frac{1}{D}$	$\sqrt{H} = H^{1/2}$
M_I	mkg	$392{,}7 \sqrt{1-\varrho_1}\, \frac{\eta}{\sqrt{\xi}}\, d^2\, D$	$384{,}8\, \frac{\eta}{\sqrt{\xi}}\, d^2\, D = k_5\, d^2\, D$	$H = H^1$

Abb. 8 und 9 zeigen die Werte von k_6 bzw. k_7 in Abhängigkeit von $\sqrt{\xi}$.

Die Größe der Schaufelreibung ϱ_2 muß nach vorhandenen Ausführungen geschätzt werden. Nach den Versuchen von Reichel und Wagenbach[1]) fällt der Wirkungsgrad beträchtlich mit wachsender Schnelläufigkeit, wobei mit dem Verhältnis $d : D$ bis $1 : 7$ heraufgegangen wird.

Da nach Österlen für neuzeitliche Becherturbinen $\sqrt{\xi}$ bis herunter auf 0,41 zu wählen ist, um besten Wirkungsgrad zu erzielen, ergibt sich, daß bei ausgesprochenen Schnelläufern die Schaufelreibung bis $\varrho_2 = 0,15$ betragen kann.

Abb. 7. Koeffizienten für Umlaufzahl und Drehmoment für $\beta_2 = 5°$.

Abb. 8. Koeffizienten für spezifische Umlaufzahl bei $\beta_2 = 5°$.

Abb. 9. Koeffizienten für spezifische Umlaufzahl bei $\beta_2 = 5°$.

Rechnungsbeispiel.

An einem Beispiel soll die Anwendung der Schaulinien erläutert werden.

Die erforderliche Leistung einer Becherturbine möge 450 kW an der Turbinenwelle bei einem Gefälle von 100 m betragen, wobei der Verlust durch Freihängen und Rohrreib schon in Abzug gebracht sein soll. Die Umlaufzahl soll $n = 375$ Uml./min betragen.

Es ist demgemäß:

$$n_I = \frac{n}{H^{1/2}} = \frac{375}{10} = 37,5$$

und

$$N_I = \frac{N}{H^{3/2}} = \frac{450}{1000} = 0,45 \text{ kW}.$$

Damit ergibt sich die erforderliche spezifische Umlaufzahl:

$$n_s = n_I \sqrt{N_I} = 25,2.$$

Diese spezifische Umlaufzahl ist für eine Becherturbine hoch. Es muß daher auch mit einem hohen Wert der Schaufelreibung ϱ_2 und anderseits gemäß Abb. 3 bis 5 mit einem niedrigen Wert $\sqrt{\xi}$ gerechnet werden, damit man den erreichbar besten Wirkungsgrad erhält. Es werde gesetzt $\varrho_2 = 0,15$ und $\sqrt{\xi} = 0,414$. D $n_s = k_7 \frac{d}{D}$ ist und sic gemäß Abb. 9 ergibt $k_7 = 177$, so wird

$$\frac{d}{D} = \frac{25,2}{177} = \frac{1}{7,03}.$$

Nach Abb. 7 ist weite der entsprechend Wert $k_4 = 35$. Es er gibt sich demgemä der Laufraddurch messer

$$D = \frac{k_4}{n_I} = 0,935 \text{ m}$$

und damit der Strahl durchmesser $d = 0,13$

Der Düsendurch messer muß je nac der Konstruktion de Düse $d_d = 0,146$ bi 0,173 m betragen.

Die erforderliche Wassermenge erhält man aus

$$Q = k_1 d^2 H^{3/2} = 3,408 \cdot 0,0176 \cdot 1000 = 0,6 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Da nach Abb. 5 der Wert $k_5 = 712$ sich ergibt, wird da Drehmoment:

$$M = k_5 d^2 D H = 712 \cdot 0,0176 \cdot 0,935 \cdot 100 = 1170 \text{ mkg}.$$

Eine Vergrößerung der spezifischen Umlaufzahl i durch die Verteilung auf mehrere (z) Strahlen mög lich; ebenso wie bei z parallel laufenden Francis turbinenrädern ist hierbei die spezifische Umlaufzahl mit $\sqrt{}$ zu multiplizieren. Wenn man auf die Forderung des beste Wirkungsgrades verzichtet, d. h. wenn $\sqrt{\xi}$ größer gewählt wir ist noch eine weitere Vergrößerung der spezifischen Umlaufzal entsprechend den Schaulinien in Abb. 8 und 9 möglich. [B 24

[1]) Vergl. Z. Bd. 62 (1918) S. 822 u. f.

Erfahrungen mit dem Moll-Kopf für Siemens-Martin-Öfen.

Über dieses Thema berichtet Hermann Moll[1]). Das Schmelzen im S.-M.-Ofen muß, wenn es wirtschaftlich sein soll, schnell vor sich gehen. Das erreicht man nur, wenn man die Verbrennungstemperaturen der Heizgase möglichst hoch treibt. Durch straff auf das Bad geführte Flammen von hoher Geschwindigkeit (passenden steilen Auftreffwinkel, einzige mittlere Flammendüse kleinsten Querschnitts) schont man das Ofenmauerwerk. Die Verbrennungstemperatur ist nur durch vollkommene Mischung und Verbrennung auf kleinstem Raume erhöhbar. Zur Mischung von Gas und Luft führt Moll beide schon vor Eintritt in den Herd im Kopfe selbst senkrecht aufeinander und in einem anschließenden gemeinsamen Führungskanal dem Herdraum zu, und zwar so, daß der Gasstrom in ununterbrochener Richtung den senkrecht von unten kommenden Luftstrom durchschlägt. Abfließen der Luft unterhalb des Gasstromes und nicht beabsichtigte Frischwirkung werden dadurch vermieden, daß man die Sohle des Gaszuges und die des Führungskanales ungefähr in eine Ebene legt.

An der Treffstelle von Luft und Gas ist der Luftzug so breit gehalten und so hoch geführt, daß er den Gasstrom von allen Seiten ringförmig umfaßt. Dieser kann daher nicht abbiegen und sich nicht gegen das Führungsgewölbe abheben. Die Anordnung ähnelt dem Bunsenbrenner. Gas und Luft können sich, selbst bei der in S.-M.-Öfen üblichen Vorwärmung, infolge der nötigen hohen Geschwindigkeit nicht im Augenblick mischen, vielmehr vergeht Zeit, bis die Diffusion geschehen ist und dadurch dann auch die Verbrennung eintritt. Es entsteht, wie beim Bunsenbrenner der Verbrennungskegel, hier ein Diffusionskegel. Seine Grundfläche ist die Ausstrahlöffnung des Gaszuges und seine Höhe hängt ab von der Austrittsgeschwindigkeit des Gasstromes und der Geschwindigkeit, mit der die Luft auf das Gas auftrifft. Ändert man die Geschwindigkeit, so verkürzt oder verlängert man den Diffusionskegel und ändert dadurch auch den Ort der Verbrennung. Zahlreiche Temperaturmessungen im Misch- und Führungskanal der Öfen des Rasselsteiner Eisenwerkes zeigten bei neu zugestellten Öfen keine höhere Temperatur als 1400 bis 1500 ° nach 100 bis 200 Schmelzungen. Sie stieg erst auf 1500 bis 1550 °C, als die abziehenden Gase und mitgerissener Kalkstaub oder Schlackenteilchen den Kanal angefressen hatten. Die Verbrennung war schon in der Mitte des Herdes vollständig. Aus dem abziehenden Kopf entnommene Abgase ergaben 16 bis 19 v CO_2 und höchstens 0,5 vH O_2, Kohlenoxyd fehlte völlig.

Bei einer zweiten Bauart kommt die Luft von hinten und um schließt den von unten in den Misch- und Führungskanal eintretende Gasstrom ebenfalls allseitig. Bei dieser Anordnung müssen die Gaskammern innen und die Luftkammern außen liegen, und sie gestatten die Luftkammern bis über die Bühne hochzuziehen und dadurch die Höhe des wirksamen Gitterwerkes zu vergrößern. Der Gaszug ist a Schlackensack ausgeführt und erlaubt, die Schlacke über der Bühne flüssig und leicht abzuziehen.

Bei beiden Bauarten sind die Köpfe sehr leicht und einfach zu bauen. An Steinen und Verankerung spart man gegen gewöhnliche Ofenköpfe 60 bis 70 vH und damit auch bei Neuzustellung erheblich Zeit. Der Steinverbrauch beträgt weniger als 17 kg/t erzeugten Stahles. Ein Werk, das fünf Öfen der ersten Bauart betreibt, erzielte bei 10 t-Öfen mit einem Ausbringen von 11 t bei 411 Schmelzungen eine durchschnittliche Schmelzdauer von 5 h 3 min und bei einem 30 t-Ofen mit einem Ausbringen von 31,6 t bei 482 Schmelzungen eine durchschnittliche Schmelzzeit von 5 h 13 min. Bei den 10 t-Öfen wurden die besten Ergebnisse mit 37 bis 38 Schmelzen in der Woche und bei den 30 t-Öfen mit 28 bis 30 Schmelzen in der Woche erreicht.

Die Erfahrungen anderer Werke mit den Mollköpfen waren u günstiger. [N 468] Dr.-Ing. M. W. Neufeld.

[1]) Bericht Nr. 76 des Stahlwerksausschusses des Vereines deutscher Eisenhüttenleute. Düsseldorf, Verlag Stahleisen 1924; s. a. „Stahl und Eisen" Bd. 44 (1924) S. 193 bis 202

Kohlenaufbereitung nach neuzeitlichen Grundsätzen.

Von E. Dupierry, Direktor der Maschinenfabrik Frölich & Klüpfel, Kohlen- und Erzaufbereitung, Essen.

Unterschied bei der Aufbereitung von Fett- und Magerkohlen — Feinkohlenaufbereitung mit dem Schwemmsumpf-, Bagger- Entwässerungsband- und dem neuen Feinkohlensiebverfahren. — Kurze Beschreibung einer neuzeitlichen Kohlenwäsche mit Rheo-Rinnen, offenen Kohlentürmen und Schwimmaufbereitung nach Kleinbentink.

Die gegenwärtigen wirtschaftlichen Verhältnisse zwingen dazu, der Aufbereitung der Kohle einen wesentlich höheren Wert beizumessen, als dies in früheren Jahren ge-hen ist. Die Ansprüche, die heute an die Güte der Erzeug-e sowie an die restlose Gewinnung aller Brennstoffe und an wirtschaftliches Arbeiten der Kohlenwäschen gestellt werden, n weit über das hinaus, was noch vor einigen Jahren von r Kohlenwäsche verlangt wurde.

Jahrzehntelang wurden im Rheinisch-Westfälischen Kohlen-rk Kohlenwäschen fast nur für Fettkohlenzechen ge-, da nur diese Kohle als für die Verkokung geeignet erachtet de. Da die Fettkohlen einen verhältnismäßig geringen Aschen-lt aufweisen und in ihnen die den Waschvorgang erschweren- Beimengungen (Brandschiefer, Schwefelkies und Letten) in geringem Maß auftreten, so bot das Waschen dieser Kohlenart e besondere Schwierigkeit. Von den Mager- und Eß-len wurden in der Hauptsache nur ihre Nußkohlensorten aufbereitet. Hier wurde auf die Aufbereitung der Feinkohlen weniger Wert gelegt, weil man diese Kohlen zum Teil mit Pechzusatz brikettierte und daher ein höherer Aschengehalt in Kauf genommen werden konnte; bei den Magernußkohlen wurde deshalb eine gute Aufbereitung angestrebt, weil sie zu Hausbrandzwecken bevorzugt sind. Hierbei mußte man möglichst weitgehend vorklassieren, um die hauptsächlich in der Größe Nuß III auftretenden Brandschiefer besser beseitigen zu können.

c
a
e
f
g
h
RZ331Z1

m
Zulauf
a
e
RZ331Z2

Abb. 1 und 2.
Neuzeitliche Steinkohlensieberei und -Wäsche nach dem Rheo - Verfahren im Längsschnitt und Grundriß.

Abb. 3 und 4. Grobkohlen-Rheo-Wäsche und Schwimmaufbereitungsanlage, Längs- und Querschnitt.

Bei der Aufbereitung von Fett-, Gasflamm- und Gaskohle genügt im allgemeinen eine Vorklassierung in Feinkohle und Nüsse; man kann aber auch die Rohkohle von 0 bis 80 mm zuerst waschen und erst dann in grobe und feine Kohlen klassieren, wobei meistens ein Nachwaschen der Feinkohle erforderlich ist. Da die Aufbereitung der Feinkohle aus den oberen Fettkohlenschichten sowie den Gasflamm- und Gaskohlenschichten besondre Schwierigkeiten bereitet und diese Kohlenarten wegen des schnell fortschreitenden Ausbaues der nördlichen und nordwestlichen Gruben des Ruhrbezirkes immer größere Bedeutung erlangen, ist ihre zweckmäßige und einwandfreie Aufbereitung von größter wirtschaftlicher Bedeutung. Da der Wäschebau im Fettkohlengebiet entstanden ist, sind die meisten zurzeit bestehenden Kohlenwäschen auf Behandlung von Fettkohlen zugeschnitten und vielfach ohne weiteres für die Verarbeitung der übrigen Kohlenarten übernommen worden. Erst in der letzten Zeit sucht man das Aufbereitungsverfahren jeder einzelnen Kohlenart genau anzupassen. Da bei der Wahl des richtigen Verfahrens für die Aufbereitung einer bestimmten Kohlenart die zweckmäßige Aufbereitung und Entwässerung der Feinkohle die größte Rolle spielt, sollen in folgendem kurz die verschiedenen Verfahren für die Behandlung der Feinkohle vorgeführt werden.

Das namentlich für besonders gute Fettkohle geeignete Schwemmsumpfverfahren versagt vielfach bei andern Kohlenarten, da bei ihm keine Aufbereitung der Schlämme möglich ist. Die von der Setzmaschine kommende Feinkohle fließt mit dem Wasserstrom in die Schwemmsümpfe und lagert mit den im Waschwasser befindlichen feinen Berge-, Letten- und Schwefelkiesschlämmen hierin ab. Diese feinen aschenreinen und durch den Waschvorgang nicht
nur unwesentlich aufbereit
Schlämme von ungefähr 0
0,4 mm Korngröße bilden
der Feinkohle dünne Schla
schichten und überziehen
einzelnen Kohlen- oder gr
ren Schlammkörner mit e
Schlammhaut, die das Entw
sern der Kohle erschwert
ihren Aschengehalt erh
Das Schwemmsumpfverfa
sollte also in der alten
wendungsform höchstens
bei besonders guter Kohle
behalten werden, wäh
schwieriger zu verarbeite
Feinkohle in die Kornkla
10 bis 1, 1 bis 0,4 und 0,4
0 mm getrennt und nach
sprechender Behandlung
einzelnen Klassen in die
als Nachentwässerungstü
dienenden ehemaliger
Schwemmsümpfe geführt
den muß. Bei Neuanla
sind Schwemmsümpfe d
nur noch in besondren Fä
in Betracht zu ziehen.

Das Baggerverfahren weist die gleichen Nachteile das Schwemmsystem auf, da hier die feinen Schlämme mit Kohlen durch das Entwässerungsbecherwerk aus dem Bec werksumpf gehoben werden.

Das Entwässerungsbandverfahren hat sich we der hohen Anlage- und Betriebskosten der überaus schwe Kastenbänder und wegen der damit verbundenen Ausbesseru schwierigkeiten vollständig überlebt, wenn auch die Bänder an aufbereitungstechnisch bei richtiger Aufgabe der Kohlen und Schlämme eine sachgemäße Behandlung der Feinkohle zulas Da sie sich aber durch das neuerdings vielfach bewährte F kohlensiebverfahren ersetzen lassen, so können sie aus j Wäsche verschwinden.

Das Feinkohlensiebverfahren[1]), das hiermit den vorgenannten und bekannten Entwässerungsverfahren hinzuge wird, besteht darin, daß die gewaschene Feinkohle auf Sie scharf, und zwar in die Größen 10 bis 1, 1 bis 0,4 und 0,4 bis 0 klassiert wird. Diese scharfe Klassierung und eine besondre handlung der drei Korngrößen in Rheo-Rinnen, auf Schlammsie und durch Schwimmaufbereitung ist für jede schwierig au bereitende Kohle unbedingt erforderlich. Seitdem das Schwim verfahren für Kohle[2]) eine restlose Aufbereitung auch der fein Schlämme gestattet, ist es einleuchtend, daß man diese aussche und ihrer Eigenart entsprechend behandelt.

[1]) Im Betrieb auf einer Anzahl von rheinisch-westfälischen Zechen B Matthias Stinnes I/II, III/IV, ver. Welheim, Ewald Fortsetzung u. a.

[2]) Vgl. Z. Bd. 68 (1924) S. 478.

Abb. 5. Wäsche mit Schlammkläranlage und Kokskohlenturm.

Abb. 1 bis 5 zeigen eine nach neuzeitlichen Grundsätzen ent-
..fene Kohlenwäsche, die sich von den bisher bekannten Kohlen-
..chen[1]) erheblich unterscheidet und eine Anzahl bemerkens-
..ter Neuerungen aufweist. Die mit Rheo-Rinnen[2]) versehene
..sche kann als Normalwäsche für etwa 150 t/h Leistung gelten.

Die Staubabsaugung ist so eingerichtet, daß der ab-
..augte Staub in gröberen noch fühlbaren und ganz mehlfeinen
..gstaub getrennt wird. Man hat also die Möglichkeit, beide
..en trocken zu gewinnen, anderseits kann man den gröberen
..h waschbaren Staub ganz oder zum Teil in den Waschvorgang
..len.

Die Rheo-Rinnen[3]) gestatten eine viel bessere Regelung
.. Apparate und Anpassung an die Kohlenart als die in der
..ienung von dem Gefühl des Waschmeisters abhängigen Setz-
..chinen. Die Kohlen, Mittelerzeugnisse und Berge lassen sich
.. jedem gewünschten Aschengehalt dauernd gleichmäßig dar-
..llen. Ein besondrer Vorteil besteht darin, daß durch die auf-
..zende Wasserströmung ein Verlust von Kohlenschlämmen in
.. Waschbergen verhindert wird. Die Rheo-Wäschen sind ein-
.. im Betrieb, ersparen Schmiermittel und Kraft und liefern
..e Wascherzeugnisse. Man kann mit ihnen diejenigen Er-
..nisse erreichen, die überhaupt im Waschverfahren möglich
..d, d. h. die Ergebnisse der theoretischen Waschbarkeitskurve
..r Kohlenart.

Bei den Nußkohlen geschieht die Klassierung vom
..ben ins Feine, so daß der Fehler mancher Siebvorrichtung
..mieden wird, bei der der entstehende Abrieb in der nächst
..neren Klasse bleibt, anstatt daß jedes Korn in die ihm zu-
..ende Klasse geschickt wird.

Die gewaschene Feinkohle fließt auf das Entwässerungs-
.. *a*, Abb. 1, 2 und 5, und wird in die Klassen 10 bis 1 und
..is 0 mm getrennt. Die Schlämme von 1 bis 0 mm fließen mit
.. Waschwasser in den Pumpensumpf *b*, Abb. 3 und 4, und
..den in die oben in der Wäsche liegenden Klärspitzkästen *c*
..oben. Die in dem Verdickungstrichter *d* verdickten Schlämme
..den auf den Schlammsieben *e* in die Größen 1 bis 0,4 und
.. bis 0 mm geschieden, wobei die Feinkohlen und Schlämme je
..h Bedarf mit Frischwasserbrausen behandelt werden. Die
..ne Feinkohle vom Sieb *a* und die gereinigten Schlämme von
den Schlammsieben *e* werden gemeinsam in die Entwässerungs-
türme *f* geführt.

Diese sind nach dem Grundsatz der unten offenen Kohlen-
türme ausgeführt. Die untere je nach Bedarf durch eine beweg-
liche Klappe mehr oder weniger verschließbare Öffnung läuft in
etwa 0,5 m Höhe über die ganze Turmlänge fort, so daß das Tropf-
wasser aus der Kohle an jeder Stelle abziehen kann, wodurch die
Kokskohle außerordentlich weitgehend getrocknet wird. Die Kohle
wird durch den fahrbaren Kratzerteller *g* in regelbarer Menge
aus den Türmen abgezogen und auf das Förderband *h* geführt.
Der feine Trockenstaub kann in beliebigem Verhältnis gleichmäßig
zugesetzt werden. Die nunmehr gebrauchfertige Kokskohle wird
durch Fördervorrichtungen dem an den Koksöfen stehenden Füll-
turm *i* zugeleitet. Zweckmäßig wird hier die Kokskohle in einer
Schleudermühle zerkleinert und gemischt, da hierdurch die Be-
schaffenheit der Koks bedeutend verbessert wird. Die Vorteile
einer gleichmäßigen, aschenarmen, trockenen, fein zerkleinerten
und gut gemischten Kokskohle sind jedem Kokerei- und Hoch-
ofenbetriebsleiter so wohl bekannt, daß die Anforderungen an die
Kohlenwäschen hinsichtlich einer Kokskohle der oben bezeich-
neten Art ständig wachsen.

Die feinen Schlämme von 0,4 bis 0 mm werden in dem Ver-
dicker *k* verdickt und zur Schwimmaufbereitungsanlage *l*[4]) geleitet.
Die angedeutete Schwimmaufbereitungsanlage ist nach der Bauart
Kleinbentink entworfen[5]). Der Rohkohlenschlamm wird
zerlegt in einen Edelkohlenschlamm mit etwa 7, ein Mittelerzeug-
nis mit etwa 25 und in Berge mit etwa 70 vH Aschengehalt. Der
Edelkohlenschlamm wird der Kokskohle zugemischt, die Mittel-
erzeugnis- und Bergeschlämme leitet man auf die Mittelerzeugnis-
und Bergebecherwerke. Zur weiteren Veredelung der Mittel-
erzeugnisschlämme kommt unter Umständen eine Brikettierung
in Madruckpressen in Frage.

Aus der Wäsche fließt nur das Überlaufwasser aus den
Klärspitzkasten, das in den außerhalb der Wäsche liegenden Klär-
behältern *m* mit Filter- und Schlammaustragvorrichtung geklärt
wird, so daß nur klare Abwasser in die Vorflut gelangen. Die
hier abgesetzten Schlämme werden in den Verdicker *n* der Wäsche
zurückgehoben und in der Schwimmaufbereitungsanlage ver-
arbeitet. Die Aufbereitung der Schlämme und der im Wasch-
wasser enthaltenden feinen Teilchen ist also nun in lückenlosem
Kreislauf bis zur Gewinnung reiner Enderzeugnisse durchgeführt.
[B 331]

[1]) Vgl. Z. Bd. 64 (1920) S. 246.
[2]) DRP Nr 277 848 288 558, 312 046, 320 568, 338 724, 347 238, 350 685 u. a.
[3]) Siehe „Glückauf" Bd. 58 (1922) Heft 50; die erste deutsche Rheo-Wäsche
d..n Bau in Deutschland der Firma Frölich & Klüpfel, Abt. Kohlen und
E..ufbereitungen, Essen, übertragen ist, steht seit etwa 1. Februar auf
d Grube Maria des Eschweiler Bergwerksvereins in Betrieb. Sie hat eine Lei-
st..g von 100 t/h. In Frankreich, Belgien, England usw. arbeiten nach diesem
V..fahren etwa 64 Anlagen.
[4]) DRPa.
[5]) Das Verfahren von Kleinbentink steht seit etwa 1½ Jahren mit bestem
Erfolg auf der holländischen Staatsgrube Emma mit 15 t/h Leistung (auf
trocknen Edelschlamm bezogen) sowie auf der holländischen Staatsgrube
Hendrick in Betrieb.

Das deutsche Fernkabelnetz im Weitverkehr[1]).

Nachdem die drei von Berlin ausstrahlenden Fernkabellinien nach
H..burg, Frankfurt und München fertiggestellt sind, ist es möglich,
i..deutschen Fernkabelnetz zusammenhängende Verbindungen auf Ent-
f..nungen bis zu 1200 km in betriebsmäßiger Schaltung auszuführen.

Besondere Beachtung verdient die 1087 km lange Strecke von Ham-
b..g über Hannover, Magdeburg, Berlin, Leipzig, Plauen, Hof, Nürn-
b..g, Ingolstadt nach München. Diese Verbindung ist in Vierdrahtschal-
t..g[2]) in 0,9 mm dicken Adern mit acht Verstärkern schon vor ge-
r..mer Zeit betriebsmäßig erprobt worden. Mit Einschluß der Ver-
l..gerungsleitungen in der Zweidrahtstrecke und unter Anrechnung der
V..luste in den Kabeln beträgt die Dämpfungszahl für jede der beiden
L..tungen 24,1. Die mittlere Verstärkungsziffer für jeden der acht
V..stärker beträgt 2,83 bei der Kreisfrequenz 5000. Hieraus ergibt sich
v.. Amt zu Amt die Restdämpfung von 1,5. Die von Siemens & Halske
A.. gelieferten Verstärker sind so eingerichtet, daß die Frequenz-
a..ängigkeit der Verstärkungsziffer mit der Frequenzabhängigkeit der
D..npfungszahl für jedes Feld übereinstimmt.

Durch die entzerrende Wirkung der Verstärker und die ausglei-
c..nde Wirkung der Absorptionsnetzgebilde, die den Überschuß an
V..stärkung aufsaugen, wird bewirkt, daß sich von den tiefsten vor-
k..mmenden Frequenzen bis zu 2000 Schwingungen i. d. Sek. die gleiche
R..tdämpfung ergibt. Bei den Versuchen in Hamburg und München
v.. es möglich, bekannte Personen auf große Entfernungen ohne Mühe
a.. ihren Spracheigentümlichkeiten zu erkennen. Auch die Einschwing-
v..gänge haben die Güte der Sprache nicht beeinträchtigt. Störungen
d..ch Echowirkungen traten nicht ein.

Zahlentafel 1.

Strecke von	Strecke bis	Länge km	Bauart	Dämpfungszahl	Zweiröhren-Zweidraht-Verstärker in	Verstärkungsziffer
Stockholm	Malmö	2,14 615,50	Pupinkabel Freileitung 4,5 mm Kupfer	0,12 1,23	Malmö	1,60
Malmö	Stralsund	163,32	Seekabel (Krarup)	1,98	Stralsund	1,25
Stralsund	Berlin	243,00	Freileitung 3 mm Kupfer	1,25	Berlin (Schnurpaar-Verstärker)	1,25
Berlin	Frankfurt a. M.	560,50	Fernkabel 1,4 mm	5,04	Bitterfeld, Weimar, Fulda	3,90
Frankfurt a. M.	Basel	340,00	Freileitung 4,5 mm	0,85	Frankfurt a. M. (Schnurpaar-Verstärker)	1,00
		1924,46		10,47 —9,00		9,00

Mithin Restdämpfung. 1,47

Zahlentafel 1 zeigt die Berechnung der Restdämpfungszahl einer
Versuchsverbindung, bei der deutsche Fernkabelwege mit gutem Er-
folge benutzt worden sind. Bisher sind im deutschen Fernkabelnetz
über 400 Leitungen mit je einem bis fünf Verstärkern im Dauerbetrieb,
davon 57 mit je vier Zweidraht-Zweiröhrenzwischenverstärkern und 24
mit fünf derartigen Verstärkern. In einem Fall ist es sogar gelungen,
eine Leitung mit sieben Zweidrahtverstärkern herzustellen. [N 392] Sd.

[1]) Nach K. Höpfner, „Das Fernkabel" März 1924; Wilhelm Ernst & Sohn,
B..lin.
[2]) Vergl. Z. Bd. 66 (1922) S. 474.

R U N D S C H A U.

Kraftanlagen.

Die Kohlenstaubfeuerung im Kraftwerkbetrieb der Vereinigten Staaten.

In der diesjährigen Tagung der Vereinigung der Elektrizitätswerke, über die wir in Nr. 34 berichtet haben, sprach Dipl.-Ing. C a n t i e n y, Direktor der Kohlenscheidungsgesellschaft, Berlin, auf Grund einer im Herbst vergangenen Jahres unternommenen Studienreise nach Amerika über den Stand der Kohlenfeuerung im Kraftwerkbetrieb und über die Möglichkeit der Übertragung auf deutsche Betriebe.

In den letzten Jahren hat die Staubfeuerung in den Vereinigten Staaten eine ungeahnte Entwicklung durchgemacht. Im verflossenen Jahr wurden bereits rd. 3 000 000 t Kohle in den Kraftwerken der Vereinigten Staaten in Form von Kohlenstaub verbrannt. Das entspricht ungefähr dem Gesamtjahresverbrauch an Kohlen sämtlicher Elektrizitätswerke Deutschlands im Jahre 1913. Beachtlich ist, daß die in amerikanischen Kraftwerken verwandten Kesselgrößen für Staubfeuerung erheblich über die in Deutschland üblichen Kesselgrößen von 600 m² hinausgehen. Heizflächen von 1500 bis 2500 m² müssen für die Vereinigten Staaten als übliche Größe angesehen werden.

Zur Vermahlung der Kohle werden durchweg Schnelläufermühlen verwandt. Die Entwicklung geht offensichtlich dahin, möglichst ohne Vortrocknung der Kohle auszukommen oder doch solche Trockner zu benutzen, an denen keine bewegten Teile vorhanden sind und in denen die Trocknung mittels der Abgase der Kesselfeuerung durchgeführt werden kann. Nur in Ausnahmefällen, d. h. wenn die Kohle eine erhebliche Feuchtigkeit aufweist, werden noch besonders unterfeuerte Trockner, meistens in der Trommelbauart, verwandt. Als kennzeichnendes Beispiel eines neuzeitlichen amerikanischen Kraftwerkes mit Kohlenstaubfeuerung kann das Cahokia-Werk der Union Electric Light & Power Co. in East St. Louis angesprochen werden.

Das Cahokia-Werk ist für eine Gesamterzeugung von 130 000 kW geplant, die erste Baugruppe mit zwei 30 000 kW-Maschinensätzen und zugehörigen Dampfkesseln ist bereits fertig und dem Betrieb übergeben. Das Kraftwerk[1]) ist mit acht Babcock & Wilcox-Kesseln von je 1675 m² Heizfläche ausgerüstet, die für einen Betriebsdruck von 21 at berechnet sind. Der in diesem Kraftwerk verfeuerte Brennstoff stammt aus einer der benachbarten Gruben und enthält neben 16,7 vH Asche noch 12,5 vH Feuchtigkeit und 5 vH Schwefel, muß also durchaus als minderwertiger Brennstoff angesehen werden, was sich auch schon in seinem Heizwert, der mit 4500 kcal/kg angegeben wird, ausdrückt.

Gerade die Möglichkeit, diese minderwertige Kohle mit gutem Wirkungsgrad im Dauerbetrieb verfeuern zu können, war für die Kraftwerkleitung in erster Linie ausschlaggebend bei der Wahl der L o p u l c o - Kohlenstaubfeuerung, zu der man sich erst nach sorgfältig durchgeführtem Vergleich aller zur Zeit der Planung vorliegenden Betriebsergebnisse entschloß. Das Endergebnis dieser Prüfung war, daß eine Verbesserung des Wirkungsgrades der Dampfentwicklung um 4 vH gegenüber dem üblichen Betriebswirkungsgrade bei neuzeitlichen Kraftwerken mit mechanischer Feuerung erhofft werden könne. Mit dem für das Cahokia-Werk in Frage kommenden Brennstoff wurden vorher noch eingehende Versuche in dem Lakeside-Kraftwerk, das seit Jahren mit Kohlenstaubfeuerung betrieben wird, gemacht, die durchaus zur Zufriedenheit ausfielen. Mit ausschlaggebend war bei der Beurteilung der hier vorliegenden Fragen auch noch die sehr beachtenswerte Tatsache, daß es gelungen ist, in dem letztgenannten Kraftwerk durch nachträglich eingeführte weitere Verbesserungen den Betriebswirkungsgrad von 85 auf 88 vH einschließlich Überhitzer und Speisewasservorwärmer zu steigern. In dem Bericht wird ferner als Vorteil der Kohlenstaubfeuerung unterstrichen das Fortfallen des Brennstoffaufwandes für die Inbetriebhaltung der Bereitschaftskessel und die Möglichkeit der schnellen Anpassung an Belastungsänderungen.

Die Gründe für diese neueste Entwicklung der Feuerungstechnik liegen darin, daß mit den bisher verwandten technischen Einrichtungen die Verbrennung und Ausnutzung des Wärmegehaltes der Kohlen nicht mehr wesentlich verbessert werden dürften. Es müssen grundsätzlich neue Wege gesucht werden, zu denen die Kohlenstaubfeuerung eine Möglichkeit eröffnet. Eine wesentliche Verbesserung ist nur möglich, wenn auch in der Feuerungstechnik der Gedanke, der bereits in vielen andern Zweigen der Technik Eingang gefunden hat, nämlich der der Wirkungssteigerung durch Arbeitsteilung, auch hier Eingang findet. Man muß z. B. heute die Beschickung des Hochofens immer sorgfältiger aufbereiten, um dem Ofen einen Teil seiner Arbeit abzunehmen und so den Durchsatz zu steigern. Wenn man nach diesem Leitsatz der Feuerungsfrage nähertritt und die Beschickung auch vorher aufbereitet, so erscheint eine Reihe der bei Staubfeuerung möglichen Vorteile fast selbstverständlich: innige Mischung jedes Brennstoffes und jeder Menge mit der Luft, gleichzeitig Vorwärmung in den Hohlräumen der Ummauerung der Feuerung, geringster Luftüberschuß, hierdurch beste Verbrennung, die so vollkommen ist, daß in der Asche weniger als ½ vH Kohlenstoff gefunden wird.

Die in den Vereinigten Staaten gesammelten Erfahrungen und Erkenntnisse dürfen aber nicht ohne weiteres auf d e u t s c h e V e r h ä l t n i s s e übertragen werden. Es muß an den ganz anders arteten Aufbau unsrer Krafthäuser sowie an die bei uns verwen Kesselgrößen und Arten gedacht werden und nicht zuletzt an Geldknappheit, die es uns fürs erste nicht erlauben wird, so zügig an die Lösung technischer Aufgaben heranzutreten, wie dies seits des Ozeans möglich war. Wir werden uns zu Anfang auf Umbau vorhandener Kessel beschränken müssen; als geeignet hi sind Kessel von 350 bis 400 m² Heizfläche aufwärts zu bezeichnen fern der vorhandene Kellerraum und die Art der Abstützung des Ke die Ausbildung eines genügenden Verbrennungsraumes zuläßt. die Staubfeuerung an sich auch für kleinere Kessel geeignet ist, so die Einrichtung anteilig doch teurer, als bei größeren Kesseleinh Der Vergleich der Dampfkosten an dem Beispiel eines 650 m²-Ke zeigt, daß nach dem Umbau der Preis für 1 t Dampf um etwa 1 billiger wird.

Unerläßlich ist, geeignete Wege für die Entfernung des Wa gehaltes der Braunkohlen zu finden und wenn irgend möglich, die K unmittelbar auf der Grube in Staubform zu verfeuern, um die Ko energie in elektrische umzuwandeln, die durch Hochspannungsleitu heute beliebig weit geführt werden kann. Nur so wird eine Entlas unsrer Eisenbahn möglich sein, von der heute durch Verfrachten gr feuchter Braunkohlen und minderwertiger Steinkohlen unwirtschaft Arbeitsleistungen gefordert werden.

Außerdem kommt hier die S c h w e l u n g in Frage, d. h. die temperaturbehandlung bituminöser Brennstoffe zur Gewinnung flüs Brennstoffe, die sich organisch jeder Trocknung anschließen läßt. D die Kohlenstaubfeuerung kann ein Großabnehmer für den bei der Sc lung anfallenden Halbkoks oder die Grude geschaffen werden, so hierdurch die getrennte Gewinnung der in unsern Kohlen enthalt Öle fast allgemein durchgeführt werden kann. Dies Ziel ist zur lastung unsrer Handelsbilanz unbedingt anzustreben, weil dann die waltigen Summen, die wir heute für die Einfuhr ausländischer Öle dergleichen aufwenden müssen, entfallen können.

Für die Kesselindustrie liegt heute die Aufgabe vor, Dampferze mit größerer Heizfläche zu schaffen, nachdem die bisher durch Verwendung von Kettenrosten und dergl. vorliegende Beschränkun der Kesselgröße durch die Einführung der Kohlenstaubfeuerung ent Daß große Kesseleinheiten verhältnismäßig billiger in Herstellung Bedienung sind, ist unbestritten. Auch der Wirkungsgrad steigt größeren Einheiten, da die Strahlungsverluste infolge anteilig klein Oberflächen verringert werden.

Neben der Ausbildung neuer größerer Einheiten taucht auch Frage auf, ob es nicht möglich ist, aus mehreren der heute allge benutzten Kesselelemente neue Großkessel zusammenzustellen. auf die heute vielfach erörterten Dampferzeuger für Hochdruckd ist hinzuweisen, für die die Kohlenstaubfeuerung neben Gas- Ölfeuerung die einzig mögliche Beheizungsart darstellt, da sie allein Möglichkeit gibt, die unbedingt erforderliche Abstimmung zwis Dampfentnahme und Brennstoffzufuhr zwangläufig herzustellen.

Auch dem Staat wird es obliegen, durch Anpassung veralteter schriften der Entwicklung die Wege zu ebnen. In seinem Schluß führte der Vortragende noch an, daß die hier vor uns liegende wicklung nicht Sache einer einzelnen Firma oder Gruppe sein kö sondern daß freimütiges Zusammenarbeiten aller Kräfte erforderlich Auch in den Vereinigten Staaten seien die heute mit der Kol staubfeuerung erzielten Erfolge mindestens ebenso sehr auf die t Mitwirkung der Kraftwerkleiter zurückzuführen wie auf diejenige ausführenden Firmen.

An diesen Vortrag schloß sich ein bemerkenswerter Meinu austausch. Direktor K o l l b o h m, Hagen, berichtete, daß auch Deutschland eingehende Versuche mit Kohlenstaubfeuerungen anges worden seien, die bei unsrer schlechten Wirtschaftslage natürlich den großen Umfang wie in Amerika annehmen konnten. Aber die uns ausgeführten Versuche kleineren Maßstabes haben doch be wichtige Ergebnisse vermittelt. Nach der Bauart P e t r i sind Koh staubzusatzfeuerungen im Kraftwerk Kupferdreh der Bergischen E trizitäts-Versorgungs-G. m. b. H. und im Werk Herdecke des Ele zitätswerkes Mark eingebaut worden. In Herdecke hat er mit Z u s a t z feuerung eine wesentlich größere Kesselleistung erreicht, wohl der Zug für die Rostfeuerung die Kohlenstaubflamme in erwünschtem Maß ablenkt. Das Einblasen des Kohlenstaubes von r wärts hat sich nach verschiedenen Versuchen als am zweckmäßig erwiesen. Bei r e i n e r Kohlenstaubfeuerung werden an die Ausm rung des Feuerraumes noch größere Ansprüche gestellt. Der Fe raum mußte immer mehr erweitert und der Entwicklung der Fla entsprechend gestaltet werden. Die Geschwindigkeit der Verbrennu gase muß vermindert, der Gasweg verkürzt und die Züge mü vereinfacht werden. Die Flamme darf nicht an der Vorderwand langstreichen; die Düsen müssen deshalb mit Rücksicht auf die ke förmige Ausbildung der Flamme mehr nach oben gerichtet sein. kann die feuerfeste Ausmauerung zweckmäßig durch Luft kühlen. Herdecke ist eine Aeromühle dicht vor dem Kessel aufgestellt wor so daß man das Kohlenstaubluftgemisch unmittelbar den Düsen zufü kann. Das Mahlgut wird durch einen Teil der im Mauerwerk vo wärmten Verbrennungsluft getrocknet.

[1]) Vergl. VDI-Nachrichten vom 9. Juli 1924; Arch. f. Wärmewirtsch. August 1924.

Direktor Rehmer, Berlin, teilte mit, daß für das Werk Moabit Berliner Elektrizitätswerke eine Versuchsanlage bestellt ist. Hier d eine mit drei Walzen arbeitende Zentralmühle für 3 t Höchstleistung zestellt.

Dr.-Ing. Münzinger, Berlin, wies darauf hin, daß entscheidend Frage sei, ob Zentral- oder Einzelmühle verwendet werden solle. Einzelmühle belastet den Heizer, der von seiner Hauptaufgabe, die erung zu überwachen und zu regeln, durch die Bedienung der Mühle elenkt wird. Er muß nicht nur auf hohen Kohlensäuregehalt und nge Wärme der Abgase achten; auch der vollständigen Verbrennung Kohlenstaubes muß genügende Aufmerksamkeit zugewendet werden, sich sonst auch bei guten Abgasverhältnissen ein schlechter Wirgsgrad der Feuerung ergebe. Er hält deshalb die Zentralmahlanlage Großkraftwerke für die beste Lösung. Der Heizer erhält dann einen kommen gleichmäßigen Brennstoff, und die Kesselanlagen zeichnen durch äußerste Sauberkeit aus. Einzelmühlen können immerhin leineren Werken am Platze sein, wo sie gut für Aushilfzwecke ausützt werden können.

Während sich in der deutschen Zementindustrie als Mühlen Langläufer eingeführt haben, empfiehlt Dr. Münzinger für die in Elektätswerken zu verfeuernde Weichkohle und Braunkohle Schnellaer, die auch in Amerika benutzt werden. Als Hauptzweck der lenstaubfeuerung ist nicht die Erhöhung des Wirkungsgrades und Leistung anzusehen, sondern die Möglichkeit, minderwertige Kohlen r zufriedenstellenden Verhältnissen zu verfeuern. Für Berlin men z. B. die Kohlen des Waldenburger Bezirkes in Frage, die 19 bis 21 ℳ/t gegen 31 bis 33 ℳ/t für gute Kesselkohle kosten. e Kohlensorte kann nicht wesentlich teurer werden, da man sonst Haldenkohlen zurückgreifen könne, die bei 5000 kcal und 25 vH sergehalt in Wettbewerb mit Waldenburger Kohlen treten.

Direktor Bußmann, Essen, sprach sich schließlich für eine vendung der Kohlenstaubfeuerung bei Spitzenbelastung aus. In zenkraftwerken erhält man hiermit auch bessere Wirkungsgrade. len unnütz daliegenden Halden hat man eine für lange Zeit ausende Brennstoffquelle. Für die zukünftige Entwicklung empfiehlt las Schwelen der Kohlen und Vermahlen der hierbei gewonnenen koks zu Kohlenstaub. [N 583]

Elektrotechnik.

Quecksilberdampf-Glasgleichrichter für elektrische Bahnen und robuste Gleichstrombetriebe.

Durch die Vergrößerung der Glasgleichrichter bis zu je 250 A mstärke und mehr ist auch die Möglichkeit gegeben, Glasgleicheranlagen für mehrere 100 kW zum Betrieb von elektrischen Bahnen Gleichstrombetrieben mit scharfen Stromstößen herzustellen. In- der unregelmäßigen Stromabnahme ergab sich eine Sonderausng, die im folgenden kurz beschrieben werden soll[1]).

Die Belastungsfähigkeit der Glasgleichrichter.

Die Gleichrichter-Glasgefäße weisen eine bedeutende Temperatureit auf. Erst nach 30 bis 40 min ist der Temperaturendzustand ert. Daraus geht hervor, daß die Glaskörper für kurze Zeit große mstöße aufnehmen können, ohne die Höchsttemperatur zu überiten. So zeigt Abb. 1 Schaulinien, die an normalen Glaskörpern

vH; 200; 100; Ueberlastung; a; b; Zeit; 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6 min 7

Abb. 1. Überlastungsfähigkeit der Glaskörper,
a) vom kalten Zustande aus gemessen,
b) wenn der Gleichrichter sich im Betrieb befindet.

essen worden sind. Kurve *a* gibt die Überlastungsfähigkeit vom n Zustand aus wieder und Kurve *b* die Überlastungsfähigkeit, wenn Gleichrichter vorher mit etwa 50 vH der Nennstromstärke belastet

Ist die Stromentnahme in einer Anlage fortwährend veränderlich, so es vier Möglichkeiten, die mittlere Stromstärke zu bestimmen, und

1) Es wird eine Stromkurve mit einem selbstschreibenden Strommesser aufgenommen. Aus dieser Kurve wird der mittlere Wert mit einem Maßstab bestimmt.
2) Während der Höchstbelastung wird die in einem bestimmten Zeitabschnitt verbrauchte Leistung in Watt durch Zählerablesungen bestimmt. Daraus ist die mittlere Stromstärke unter Zugrundelegung der Gleichstromspannung zu berechnen.
3) Während der Höchstbelastung werden fortlaufend, möglichst ½ h lang, die Stromstärken aufgeschrieben. Der Durchschnittsstrom ist das arithmetische Mittel aus den vermerkten Zahlen.
4) Für eine geplante Anlage wird die mittlere Stromstärke, z. B. einer Bahn, nach bekannten Verfahren mit Hilfe des Fahrplanes berechnet. Bei Krananlagen, Förderanlagen usw. nach der Art der Beanspruchung, die nach leichten, mittleren und schweren Betrieben unterschieden wird.

Aus dieser mittleren Stromstärke und der zugehörigen Spannung wird die Glaskörpergröße von der Gleichrichterfabrik bestimmt.

Die Glaskörper.

Die AEG stellt in Verbindung mit dem Glaswerk Schott & Gen., Jena, ihre Glaskörper nach patentiertem Verfahren[2]) her. Hierzu wird ein besonders zähes und festes Glas verwendet, wodurch die Glaskörper den stärksten Kurzschlüssen standhalten. Die Güte der Glaskörper beruht auf den Eigenschaften des Hartglases, das Molybdänglas genannt wird. Abb. 2 zeigt einen Sechsphasen-Glaskörper für 250 A. Die luftdichten Einschmelzungen *h* bestehen aus Molybdän; *k* sind die Kathodenanschlüsse.

h; k

Abb. 2. Sechsphasen-Glaskörper aus Molybdänglas für 250 A.

Der Bau der Gleichrichter.

Die für den stoßweisen Betrieb hergestellten Gleichrichter sind so einfach wie möglich gehalten. Vorn sind sie den Eisenschalttafeln in Form und Aussehen angepaßt. Abb. 3 zeigt eine Gleichrichteranlage mit Schalttafel, von der Seite gesehen, und Abb. 4 von hinten im geöffneten Zustande.

Die Gleichrichter werden in der Regel an einen gesondert stehenden Hochspannungstransformator angeschlossen. Von diesem führt die Drehstromniederspannung im Gleichrichter über die Primärdrosselspulen *e*, Abb. 3, den sechspoligen Hebelschalter *f*, die Sicherungen *g* an die Anoden *h*, Abb. 4, des Glaskörpers *i*. Nach der Gleichrichtung fließt der Strom der Kathode *k* als Gleichstrom durch eine Sicherung *l*, Strommesser *m*, Abb. 3, Schalter *n* und Gleichstrom-Drosselspule *o* an die Plusklemme des Gleichrichtergestelles. Der Minuspol führt zum Nullpunkt des Hochspannungstransformators.

An Hilfsapparaten umfaßt jede Gleichrichteranlage einen kleinen Drehstromtransformator *q* von etwa 500 VA, dessen Oberspannung an 3 Phasen des Sechsphasenstromes angeschlossen ist. Der Transformator dient zum Speisen des Kühlventilators *r*, Abb. 4, und der Hilfserregung.

An den Haupttransformator lassen sich beliebig viele Gleichrichter in Parallelschaltung anschließen, man geht jedoch im allgemeinen nicht über vier Gleichrichter hinaus. Zur Inbetriebsetzung der Gleichrichteranlage schaltet man die Primärseite des Haupttransformators ein, im Anschluß daran den sechspoligen Hebelschalter *f*, Abb. 3. Dann zündet der Quecksilberlichtbogen selbsttätig.

Wirkungsgrad und Leistungsfaktor.

Aus Messungen an vielen bestehenden Gleichrichteranlagen hat sich gegenüber rotierenden Umformern eine Stromersparnis ergeben, die ganz bedeutend ist. In keinem Betrieb ist der Wirkungsgrad umlaufender Maschinen so ungünstig wie bei stoßweiser Stromentnahme, bei Gleich

[1]) Vergl. die Angaben über den Bau von Glaskörpern in den AEG-Mitteilungen 1922 Nr. 5/6.

[2]) DRP. Nr. 266795.

richterbetrieb ist mit einem Wirkungsgrad von 87 bis 91 vH zu rechnen, bei umlaufenden Maschinen dagegen sind Wirkungsgrade bis zu 36 vH herab bekannt geworden, Werte über 70 vH werden sehr selten erreicht.

Der Leistungsfaktor ist beim Anschluß von Umformeranlagen von großer Bedeutung. In der Regel lassen sich für den Stromverbraucher günstigere Bedingungen bei dem stromliefernden Kraftwerk erreichen, wenn die Umformeranlage einen hohen Leistungsfaktor aufweist, der in den einzelnen Belastungszuständen möglichst gleichmäßig ist. Die mittleren Werte, die für die Praxis in Frage kommen und den Meßergebnissen bestehender Anlagen entsprechen, sind:

Einphasen-Gleichrichter	$\cos \varphi = 0{,}86$
Dreiphasen-Gleichrichter	$\cos \varphi = 0{,}81$
Sechsphasen-Gleichrichter	$\cos \varphi = 0{,}93$

Der Sechsphasen-Gleichrichter verdient also seines günstigen Leistungsfaktors wegen den Vorzug, außerdem ist der erzeugte Gleichstrom im Sechsphasen-Gleichrichter am besten ausgeglichen.

Abb. 3. Seitenansicht. Abb. 4. Rückansicht.

Abb. 3 und **4**. Sechsphasen-Straßenbahn-Gleichrichter, 100 bis 250 A.

B e d i e n u n g u n d A n w e n d u n g s g e b i e t e.

Eine unmittelbare Wartung, wie sie bei den umlaufenden Maschi üblich ist, erfordert eine Gleichrichteranlage nicht; denn es sind k beweglichen Teile vorhanden, die dem Verschleiß unterliegen. Es gen von Zeit zu Zeit die Kühlventilatoren zu schmieren und das Innere Gleichrichter zu reinigen.

Die Sonderausführung für 250 A ist eigens für stoßweisen B konstruiert. Einige Hauptanwendungsgebiete sind im folgenden g führt: Elektrische Bahnen, Kranbetriebe, Grubenbahnen, Seilba Kohlenverladestellen, Werkstattbetriebe usw.

Selbst dem rauhesten Betrieb sind die Gleichrichter eher gewa als umlaufende Maschinen, weil zu starke Stromstöße durch die Dr spulen so stark gedämpft werden, daß ein Kurzschluß nicht möglic

Berlin. [M 461] Gustav W. M ü l l e r,
Oberingenieur der AEG-Apparatef

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuth Abteilung Sortiment, bezogen werden. Es empfiehlt sich, bei der Bestellung stets den Verleger anzugeben.

Elastizität und Festigkeit. Die für die Technik wichtigsten Sätze und deren erfahrungsmäßige Grundlage. Von C. B a c h und R. B a u m a n n. 9. Auflage. Berlin 1924, Julius Springer. 687 S. mit vielen Textabbildungen, 2 Buchdrucktafeln und 25 Tafeln in Lichtdruck. Preis geb. Gm. 24.

Was dieses Buch für den Konstrukteur so wertvoll und unentbehrlich macht, ist der leitende Grundgedanke: „daß es in erster Linie auf die Erkenntnis des tatsächlichen Verhaltens der Materialien ankommt". Denn eine streng wissenschaftliche Behandlung besteht nicht darin, die Rechnungsgrundlagen so lange herzurichten, bis eine rein mathematische Behandlung möglich wird, sondern in der richtigen Abschätzung des Einflusses der gemachten Voraussetzungen.

Nur allzuviele Fragen der Elastizitäts- und Festigkeitslehre sind exakt auch heute noch nicht lösbar. In solchen Fällen oder auch um dem ausführenden Konstrukteur langwierige und umständliche nungen zu ersparen, geben B a c h und B a u m a n n Näherungsverf deren großer Wert vor allem darin liegt, daß Fehlergrenzen und tungsbereich stets durch den Versuch überprüft werden.

Hervorgehoben sei nur beispielsweise die durch Einführung Hilfsgröße sehr anschauliche Berechnung von Körpern mit scharfe ausgerundeten Ecken (S. 562), oder die Berechnung plattenför Körper durch Zurückführung auf einfache Biegungsaufgaben, unte wendung von versuchsmäßig ermittelten Berichtigungswerten (S. 6

In diesem Zusammenhange sei auch auf die Versuche von und B a u m a n n zur Ermittlung der Drehungsfestigkeit von Hohl (S. 382) hingewiesen, die ergaben, daß die Widerstandsfähigke Materials bei Drehbeanspruchung, ebenso wie bei Druck- (S. 20 Biegebeanspruchung (S. 244), durch die Wellenbildung, (d. h. da

…n des stabilen Gleichgewichtes zwischen dem äußeren Moment und … innern Spannungen) begrenzt wird. Die Materialfestigkeit wird … so weniger ausgenützt, je dünner die Wand im Verhältnis zum …chmesser ist. Bei diesen Versuchen trat auch sehr deutlich her-…, wie sehr selbst kleine Löcher oder Schlitze die Widerstandsfähigkeit …bsetzen und wie durch Anordnung von Verstärkungsbunden diesem …luß begegnet werden kann.

Der Abschnitt über „Knickung" wurde wesentlich erweitert durch …rterungen über den Einfluß des Schlankheitsgrades auf den Bereich … Geltung der Eulerschen Gleichungen (S. 314/17 und 320/22), die …orie der Knickung jenseits der Elastizitätsgrenze (Kármán) hier-… aber nur gestreift.

Der in der 4. Auflage erstmalig eingefügte Abschnitt „Allgemeine …ehungen über Spannungen und Formänderungen im Innern eines …tischen Körpers", der in Lehrbüchern über Elastizität und Festig-… gewöhnlich an der Spitze steht, wurde als letzter gebracht, weil …ch es für vorteilhafter hält, von den einfachen Fällen auszugehen … unter Benutzung der hierbei gewonnenen Ergebnisse zu zusammen-…tzteren fortzuschreiten.

Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, noch vor der Besprechung … allgemeinen Spannungszustandes den Begriff der zulässigen Bean-…chung zu erläutern, was aber eine tiefergreifende Behandlung dieser … wichtigen Frage sehr erschwert.

Wohl aus diesen Gründen wurden die „Schubspannungstheorien" …h die Mohrsche) nicht erörtert, vielleicht auch weil Bach vor-… noch auf dem Standpunkt steht, daß für die zulässige Anstrengung … die größte Dehnung maßgebend ist (S. 454). Demgemäß wurde auch … Verhältnis $k_s : k_z$ zwischen der zulässigen Anstrengung für Schub … Zug mit 0,75 bis 0,8 (für $m = 3$ oder 4) eingesetzt (S. 343 u. 411), …rend die Schubspannungstheorien und die meisten einschlägigen Ver-…e für den Fließbeginn (nicht Bruchgrenze) bildsamer Metalle $k_s : k_z \sim 0{,}5$, … z. B. bei reiner Drehbeanspruchung eine um rd. 50 vH höhere …rialbeanspruchung ergeben. [E 565] P. Ludwik.

…hematische Schwingungslehre. Theorie der gewöhnlichen Differen-…algleichungen mit konstanten Koeffizienten sowie einiges über die …rtiellen Differentialgleichungen und Differenzengleichungen. Von … Schneider. Berlin 1924, Julius Springer. VI, 194 S. m. 49 Abb. …eis Gm. 9,15.

Dieses Buch enthält eine Theorie der Schwingungs-Differential-…chungen, ohne auf die besonderen Anwendungen näher einzugehen. … Verfasser hat dieses Gebiet, soweit es sich um die gewöhnlichen …ren Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten handelt, … ausführlich bearbeitet und dabei auch den simultanen Systemen …ner Differentialgleichungen besondere Aufmerksamkeit gewidmet. … partiellen Differentialgleichungen und Differenzengleichungen sind …er behandelt. Man muß es dem Verfasser Dank wissen, daß er …usgedehntes Formelmaterial auf den genannten Gebieten zusammen-…agen und neu geschaffen hat, welches sonst jeder, der sich an …ingungsaufgaben macht, neu ausrechnen müßte. Deshalb ist das … als eine willkommene Hilfe bei Untersuchungen auf dem Gebiete … Schwingungslehre warm zu begrüßen. [E 457] W. Hort.

…sikalisches Handwörterbuch. Herausgegeben von A. Berliner …d K. Scheel. Berlin 1924, Julius Springer. 903 S. m. 573 Abb. …eis geb. Gm. 39.

Noch um die Jahrhundertwende konnte man die Ansicht vertreten …n, daß die Physik ein abgeschlossenes Lehrgebäude sei, das sich …an mehr erweitern ließe. Heute überstürzen sich die Erkenntnisse, und …ibt kaum ein Arbeitsfeld, auf dem so eifrig geforscht wird, wie ge-… die Physik.

Der Ingenieur hat erkannt, daß ihm der Physiker vorarbeitet, so z. B. …dem Gebiete der Reibung, Hydrodynamik, Aerodynamik, Material-…le und in vielen andern Fällen. Er muß also die Physik als Hilfs-…nschaft benutzen, und die Gründung der Zeitschrift für angewandte …ematik und Mechanik durch den Verein deutscher Ingenieure ist … ein Beweis dafür, daß die Ingenieure gewillt sind, dieses zu tun. …eider fehlt dem Ingenieur gewöhnlich die Zeit zu eingehendem …lenstudium, und die Durchsicht der Originalarbeiten erfordert ge-…lich viel Zeit. Diesen Arbeitsaufwand will das vorliegende Werk …hränken. Es will dem Ingenieur einen Einblick in die für ihn in …e kommenden Gebiete der Physik vermitteln, will aber auch dem …iker einen Einblick in die Nachbargebiete seines Arbeitsfeldes er-…ichen und den Naturfreund über den heutigen Stand der Physik …ren. Eine große Anzahl namhafter Physiker wetteifern bei der …tellung ihres Arbeitsgebietes in kurzen, kernigen Worten. Stich-…e wie Verbrennungsmaschine, Rückkühlanlage und ähnliche sind ein …is hierfür. Zu empfehlen wäre, bei einer Neuauflage auf die vom …in deutscher Ingenieure herausgegebenen Forschungsarbeiten hinzu-…en, die gerade für technische Probleme das neueste in der Buch-…atur noch fehlende Quellenmaterial darbieten. Quellennachweise …n die Möglichkeit, die einzelnen Fragen genau zu verfolgen. Das …k wird so heute einem weitgehenden Bedürfnis gerecht. Eine dank-… Aufnahme ist ihm gewiß, zumal die praktischen Gesichtspunkte …stgehend berücksichtigt sind. Natürlich kann solch ein umfassen-… Werk in erster Auflage nicht lückenlos sein, aber es fällt dem Be-…her schwer, die Lücken zu finden, die die launisch gehaltene Vor-… verschweigt. [E 579] Dr. W. Schmidt.

Die asynchronen Drehstrommotoren und ihre Verwendungsmöglichkeiten. Von J. Ippen. Berlin 1924, Julius Springer. 90 S. m. 67 Abb. Preis Gm. 3,60.

Das Buch ist die erweiterte Wiedergabe eines Vortrages in der Ortsgruppe Köln der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure, womit die Stellungnahme des Verfassers zu dem behandelten Gegenstande gekennzeichnet ist. Es ist also weniger als Lehrbuch aufzufassen, sondern soll ein kurzgefaßtes Hilfs- und Nachschlagewerk sein, das natürlich auch mit entsprechenden Ergänzungswerken zum Studium herangezogen werden kann. Hierfür wäre allerdings ein Literaturnachweis am Platze gewesen. Das Buch behandelt in einfacher Darstellung im wesentlichen die Eigenschaften, die Regelung der Umlaufzahl der Asynchronmotoren, ihre Besonderheiten als Kurzschluß- und Schleifringmotor, die zugehörigen Schalter, Regler usw. sowie die Verwendungsmöglichkeiten. Die Ausführungen über Verbesserung des Leistungsfaktors sollten bei einer Neuauflage erweitert werden, ebenso die Angaben über Reguliermotoren durch Hinweis auf die mannigfaltigen Sonderkonstruktionen und -schaltungen.

Zeitschriftenschau für das gesamte Bauingenieurwesen. Berlin 1924, Verlag der Zeitschrift „Die Bautechnik". Preis viertelj. Gm. 1.

Diese Literaturübersicht beschränkt sich nicht auf den Wasserbau wie die frühere, im Auftrage des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten herausgegebene, sondern sie erhebt Anspruch darauf, dem Bauingenieur ein Berater in der Fachliteratur seines ganzen Arbeitsgebietes zu sein. Das Einordnen der Einzelberichte in Karteien wird dadurch vereinfacht, daß jeder Bericht die Systemzahl und eine enggefaßte Bezeichnung des Sondergebietes in Fettdruck am Kopf trägt. Druck und Ausstattung sind sauber und zweckmäßig.

Wenn man ihre Systematik von 20 Hauptgruppen als ihr Arbeitsprogramm ansehen darf, dann kann sie die Aufgabe erfüllen. Auch die Liste der regelmäßig bearbeiteten Zeitschriften ist reichlich und enthält besonders auch eine Zahl ausländischer Zeitschriften des Bauingenieurwesens. Die Zeitschriftenschau wird zur Verwendung in Karteien in einseitigem Druck hergestellt und kann auch für sich als Sonderdruck bezogen werden. Die Hinweise selbst sind knapp, klar und erschöpfend abgefaßt und in die Systematik zutreffend eingeordnet.

Die Maschinen-Elemente in Frage und Antwort, Heft 14: **Triebwerk der Kraftmaschine**, Kolbenstange, Kolben, Kreuzkopf, Gleitbahn u. Schubstange. Von C. Kahle. Berlin 1924, E. S. Mittler & Sohn. 120 S. mit 140 Abb. Preis Gm. 2.

Der elektrische Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn. Von W. Wechmann. Charlottenburg 1924, R. O. Mittelbach (Rom-Verlag). 462 S. m. 662 Abb.

Die Werkbahn. Zeitschrift für Wirtschaft und Technik der Industriebahnen, Anschlußgleise, Schmalspurbahnen, Wasseranschlüsse und Förderanlagen. Heft 1 v. 5. 7. 24. Verlag H. Apitz, Berlin. Monatlich 2 Hefte.

Die neue Automobil-Verkehrsordnung. Kommentiert von Dr. jur. Weitz. Sonderdruck aus der Fachzeitschrift „Das Fahrzeug" Eisenach 1924, Verlag Carl Bohl. 66 S. Preis Gm. 1,50.

L'électrification des Chemins de fer féderaux suisses. Communication de la Direction générale des Chemins de fer féderaux suisses à Berne. Bruxelles 1924, S. A. M. Weissenbruch. 29 S.

Moderne Metallkunde in Theorie und Praxis. Von J. Czochralski. Berlin 1924, Julius Springer. 292 S. m. 298 Abb. Preis Gm. 12.

Sammlung Vieweg: Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik, Heft 74. **Korrosionsforschung** vom Standpunkte der Metallkunde. Von W. H. Creutzfeldt. Braunschweig 1924, F. Vieweg & Sohn A.-G. 38 S. Preis Gm. 2.

Lagermetalle und ihre technologische Bewertung. Ein Hand- und Hilfsbuch für den Betriebs-, Konstruktions- und Materialprüfungsingenieur. Von J. Czochralski und G. Welter. 2. Aufl. Berlin 1924, Julius Springer. 117 S. m. 135 Abb. Preis geb. Gm. 4,50.

Die Legierungen in ihrer Anwendung für gewerbliche Zwecke. Ein Hand- und Hilfsbuch für sämtliche Metallgewerbe. Von A. Ledebur. Sechste, umgearb. und erweit. Aufl., bearb. u. herausgegeben von Prof. O. Bauer. Berlin 1924, Verlag von M. Krayn. 424 S. m. 154 Abb. Preis brosch. Gm. 20.

Über die Festigkeit elektrisch geschweißter Hohlkörper. Versuche veranstaltet vom Schweizerischen Verein von Dampfkesselbesitzern 1923. Berichterstatter Obering. E. Höhn. Berlin 1924, Julius Springer. 130 S. m. Abb. Preis Gm. 4,5.

Industrial Furnaces. By W. Trinks, Prof. of Mech. Engineering, Carnegie Institute of Technology. London 1923, Chapman & Hall Limited. 318 S. m. 255 Abb.

Chemische Technologie der Neuzeit. Bearbeitet und herausgegeben von Prof. F. Peters. Zweite, neubearb. Aufl. Bd. 1, Lieferg. 3. Stuttgart 1924, F. Enke. Preis Gm. 9.

Nitroglycerin und Nitroglycerinsprengstoffe. Von Dr. Th. Naoum. Berlin 1924, Julius Springer. 416 S. m. 36 Abb. und 3 Tafeln. Preis Gm. 18.

Costruzioni Elettromeccaniche. Calcolo, Disegno e Fabbricazione delle Macchine Elettriche, Accessori ed Applicazioni. Bd. 3, 1a: Applicazioni. Von Ing. E. Morelli. Torino 1924, Unione Tip.-Editrice Torinese. 204 S. m. 238 Abb.

Elektro-Jahrbuch. Von A. Joly. Jahrgang 1923/24. Ein Nachschlage-, Auskunfts- und Adreßbuch für die Elektrotechnische Industrie. Stuttgart 1924, Deutsche Verlags-Anstalt. 491 S.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Die statische und dynamische Elastizitätsgrenze.

Zu der Arbeit von Dr.-Ing. G. Welter in Bd. 67 (1924) erhalten wir folgende Zuschrift:

Der Begriff der Elastizitätsgrenze kann wohl als eindeutig angesehen werden, nur darüber gehen die Anschauungen auseinander, welche kleinste bleibende Formänderung, die doch für das Überschreiten der Grenze kennzeichnend ist, zuverlässig meßbar sei. Ohne aber auf die technischen Schwierigkeiten, die für die meisten Festigkeitslaboratorien zurzeit noch nicht überwunden sind, einzugehen, liegt noch eine gefährliche Unklarheit in dem Beispiel (S. 9) des Gestänges einer „Hochleistungs"-Dampfmaschine. Daß sich bleibende Formänderungen addieren, ist bei doppeltwirkenden Kolben widersinnig und bei einseitig wirkenden schwer glaublich. Vielmehr ist ein Ermüdungsbruch zu erwarten, zu dem aber keineswegs „zusätzliche Spannungen" oder wachsende Dehnungen nötig sind. Zur Vermeidung des Ermüdungsbruches muß der Konstrukteur aber weit unter der Elastizitätsgrenze bleiben. Er rechnet sogar mit dreifacher Sicherheit gegenüber einer ruhenden Belastung. Wiederum findet man vielfach und muß es beklagen, daß diese Regel ohne Kenntnis der grundlegenden Erfahrungen Bachs und Wöhlers benutzt wird; doch ist es anderseits unangebracht, jene erprobten Werte („Hütte" I [1923] S. 604) als gefühlsmäßig und zu niedrig festgelegt zu verwerfen, zum mindesten so lange, bis nicht höhere Spannungen als zulässig e r p r o b t sind. Daß aber auf die als zulässig anerkannten Werte — aus Festigkeitsrücksichten — noch eine weitere, 5 bis 8fache Sicherheit gerechnet wird, ist doch mindestens ein seltener, kaum glaublicher Brauch.

Gegen die Absicht aber, die Elastizitätsgrenze aus dem Zugversuch zu ermitteln, müssen schwerwiegende Bedenken erhoben werden, und zwar — abgesehen von den technischen Schwierigkeiten — auf Grund eingehender Festigkeitsversuche, nämlich der Dauerversuche. Bisher ist die Ermüdungsbruchgrenze beträchtlich tiefer als die „wahre" Elastizitätsgrenze (0,001 vH-Grenze) gefunden, und nach den Vorstellungen vom Arbeiten des Materials bei Formänderungen dürfte der Ermüdungsbruch das Überschreiten der Grenze des rein elastischen Verhaltens anzeigen. Nennt man diese die wahre Elastizitätsgrenze und legt sie für die zulässigen Spannungen zugrunde, so könnte man einfache Sicherheit gelten lassen, wenn man — und damit kommt wieder ein Haken — die tatsächlichen Kräfte im Betrieb richtig erfaßt und für die Güte des Materials Bürgschaft hat.

Ganz allgemein sollte aber Klarheit herrschen darüber, wo ein Sicherheitsfaktor eingesetzt ist — und dann sollte nur e i n e r eingesetzt sein. Setzen wir die Dauerfestigkeit als zulässige Spannung ein, so mag der Brückenbauer wie der Maschinenbauer für Stöße und Schläge Zuschläge zu den angenommenen Belastungen und Kräften geben. Aber nun hüte sich der Materialprüfer, noch eine Elastizitätsgrenze für dynamische Beanspruchungen anzugeben; das gibt nur wieder Verwirrung und wahrscheinlich wieder eine h ö h e r e Elastizitätsgrenze, während gerade meist dynamische und Dauerbeanspruchungen zusammentreffen. Zudem wird es der Materialprüfung nur schwerlich gelingen, eine zuverlässige Bestimmung der dynamischen Elastizitätsgrenze zu geben. Dazu sind die Schlaggeschwindigkeiten zu groß und die elastischen Arbeiten zu klein, verglichen mit den Erschütterungen der Festigkeitsmaschine. Genau so schwer ist es für den Konstruktionsingenieur, von den dynamischen Beanspruchungen auf die auftretenden Spannungen zu schließen. Dem Konstrukteur muß es überlassen werden, die kritischen Schwingungszahlen zu vermeiden und nach Gefühl und Erfahrung und, wo die fehlt, eben weitgehend die zulässige Spannung zu mindern, oder er muß die wirkenden Kräfte größer als die ruhenden, ermittelten, ansetzen. In erster Annäherung wird er naturgemäß ansetzen, daß rein dynamisch auftretende Belastungen eine doppelte Biegung und Spannung gegenüber ruhender Belastung hervorrufen („Hütte" I [1923] S. 581 und 604 unten).

Somit würde es sich als Forderung an die Materialprüfung herausstellen, die Ermüdungsbruchgrenze bei allen Betriebstemperaturen zu bestimmen. Dabei sei angeregt, baldigst über die Zulässigkeit der thermischen Prüfung zu entscheiden (bei Beanspruchungen oberhalb der Ermüdungsgrenze wird der Probestab warm). Es sei aber wohl bedacht, daß damit unsre heutigen Abnahmeprüfungen und Betriebsproben noch keineswegs überflüssig werden; denn sie sind Bürgschaftsproben für die Gleichmäßigkeit und den Lieferungszustand des Materials.

Frankfurt a. M., den 25. Januar 1924.

F r i t z S t o c k m e y e r, Diplomingenieur.

Was die meßbar kleinsten bleibenden Formänderungen betrifft, so kann die Bestimmung von 1/1000 mm Längenänderung bei sorgfältiger Arbeitsweise und bei einer Meßlänge des Probestabes von etwa 50 bis 100 mm noch mit ziemlicher Sicherheit mit dem Martens-Spiegelapparat ermittelt werden. Diese Größe wurde auch seinerzeit vom Materialprüfungskongreß in Brüssel 1906 als noch meßbar anerkannt. Technische Schwierigkeiten bestehen bei einwandfrei ausgebildeten Meßklemmen und einigermaßen geschultem Personal so gut wie gar nicht. Solche Messungen werden auch laufend in verschiedenen Festigkeitslaboratorien durchgeführt.

Die Frage, ob Dauerbruch mit oder ohne Deformation des Materials eintritt, dürfte auf Grund der wenigen Versuche, die vorliegen, und die größtenteils ohne Berücksichtigung der elastischen Eigenschaften des Materials durchgeführt wurden, kein abschließendes Urteil ermöglichen. Wahrscheinlich ist jedoch, wie dies schon an andrer Stelle erwähnt wurde, daß bei genauer Messung auch bei Dauerbruch eine bende Deformation ermittelt werden kann. Bei überelastischer lastung des Materials ist der Vorgang etwa folgender:

Der schwächste Teil des Gestänges wird fließen, d. h. bei kräften wird er sich etwas verlängern. Bei einseitig wirkenden Ko kann nun bei jedem Hub eine bleibende Formänderung auftreten, bei Entlastung nicht mehr völlig rückgängig gemacht werden k Ist das Material nun gegenüber örtlichen Deformationen sehr empf lich, d. h. läßt es keine größeren plastischen Deformationen zu, so k es durch öftere Wiederholung desselben Vorganges leicht an der stä beanspruchten Stelle durch Dauerbruch versagen, ohne daß es äußerlich wesentlich verändert hat. Durch feine Meßgeräte dürften bei Nachprüfung bleibende Längenänderungen feststellbar sein.

Daß zur Vermeidung von Ermüdungsbrüchen der Konstrukteur der Beanspruchung weit unterhalb der Elastizitätsgrenze bleiben kann noch keineswegs als feststehend angesehen werden. Vielfach diese Grenze nur ganz roh bestimmt (0,2 vH oder gar 2 vH bleib Dehnung), so daß die wahre Elastizitätsgrenze, abgesehen von ungenügenden Kenntnis der tatsächlichen Beanspruchung, im Be leicht überschritten werden kann. Dauerbrüche dürften alsdann Folge sein. Fällt jedoch die Ermüdungsgrenze mit der wahren Ela tätsgrenze zusammen, was noch zu klären ist, so ist die Forde der einfachen Sicherheit, die bei jeder Konstruktion angestrebt we sollte, erfüllbar. Bei dem heutigen Stand der Materialprüfung is aber keineswegs verwunderlich, wenn der Konstrukteur außer den lässig anerkannten Festigkeitszahlen wohl aus übertriebenen Si heitsgründen weitere Faktoren gefühlsmäßig mit einrechnet, die fach der Konstruktion mehr schaden als nützen. Dies trifft natü nicht im Leichtbau, wo das Material bereits bis hart an die zulä Grenze beansprucht wird, in gleichem Maße zu.

Daß es im allgemeinen Maschinenbau üblich ist, einen übertr nen Sicherheitsgrad in die Konstruktion einzurechnen, geht auch den Äußerungen von Stockmeyer hervor. Er sagt, daß es dem strukteur überlassen werden muß: „nach Gefühl und Erfahrung, wo die fehlen, eben weitgehend die zulässige Spannung zu min oder er muß die wirkenden Kräfte größer als die ruhenden ermitt ansetzen". Dies bedeutet also, daß in die Konstruktionen tatsäc größere Sicherheitsfaktoren mit eingerechnet werden, die in einer minderung der zulässigen Spannung oder in der rechnerischen Erhö der tatsächlich wirkenden Kräfte ruhen. Um ganz sicher zu gehen, den vielfach sogar beide Wege beschritten (Verminderung der zu gen Spannung, Erhöhung der wirkenden Kräfte), wodurch dann Konstruktion erheblich überbemessen ist.

Nun liegen über das dynamische Verhalten der Materialien so gut wie gar keine Anhaltspunkte vor, was auch aus den Äußeru von Stockmeyer hervorgeht, indem er sagt: „in erster Annäherung er (der Konstrukteur) naturgemäß ansetzen, daß rein dynamisch tretende Belastungen eine doppelte Biegung und Spannung gege ruhender Belastung hervorrufen." Gerade in dieser Richtung liegt ein sehr weites Feld der Betätigung für die Materialprüfung, und soll, wie dies in meiner Arbeit bereits erwähnt wurde, nicht nu plastische Verhalten der Materialien bei dynamischer Beanspru studiert werden, sondern in erster Linie dürften bei der genannten anspruchungsart die elastischen Eigenschaften der Materialien vo sonderem Wert für den Konstrukteur sein. Wenn es auch dem verständigen allgemein als aussichtslos erscheint, durch Laborator versuche über das elastische Verhalten dynamisch beanspruchter rialien einwandfreie Ergebnisse zu bekommen, so wird es doch gänglich notwendig sein, von sämtlichen Baustoffen das dyna elastische Verhalten und auch bis zu einem gewissen Grade das misch plastische Verhalten in der Nähe der Elastizitätsgrenze k zu lernen. Sollte es sich nun bei diesen Versuchen herausstellen die dynamische Elastizitätsgrenze in einem unmittelbaren Verhältn der statischen Elastizitätsgrenze steht, so könnten die Versuchs wie bisher in der üblichen Art und Weise auf Grund des stati Versuches ermittelt werden. Hierzu bedarf es jedoch erst ein freier Versuche, die den Beweis einer bestimmten Beziehung der b Größen zueinander erbringen müssen. Die Forderung, das dynam Verhalten der Stoffe auch bei hohen Temperaturen zu ermitteln eigentlich selbstverständlich für all die Materialien, die bei hö Temperaturen arbeiten.

Das thermische Prüfungsverfahren zur Bestimmung der Elasti grenze ist theoretisch einwandfrei, kann aber infolge einer ungen den Durchforschung als brauchbar vorerst nicht angesprochen we Das thermische Verfahren stellt einen parallelen Weg zu dem Pr fahren mit Spiegelapparaten dar, das bei weiterer Ausbildung zu brauchbaren Ergebnissen führen kann.

Bevor die Ziele der Ermittlung der dynamischen wahren El tätsgrenze restlos erreicht sind, ist es klar, daß keineswegs das Prüfungsverfahren, daß über die Gleichmäßigkeit der Materialien volle Aufschlüsse gibt, verlassen werden kann. Erst nachdem man von der Brauchbarkeit der dynamischen Elastizitätsmessungen allg überzeugt hat, dürfte dies Verfahren nach und nach in die Ma prüfungstechnik Eingang finden und für den Konstrukteur eine mäßig wertvolle Grundlage bieten, an Hand deren er Maschinen Apparate entwerfen und konstruieren kann, die bei festliegenden S heitsfaktoren das Höchstmaß zwischen Leistungsvermögen und Be anspruchung der Baustoffe darstellen.

Frankfurt a. M., den 10. April 1924. [D 343] Dr. G. W e l t

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

NR. 36 SONNABEND, 6. SEPTEMBER 1924 BD. 68

INHALT

Grundlagen und neuere Fortschritte der Zahnrädererzeugung.

Von Prof. K. Kutzbach, Dresden.

Vorgetragen im Verein deutscher Ingenieure, Bezirksverein Dresden und Österr. Verband, Wien.

Paarung, Passung und Preis als bestimmende Aufgaben — Die zeichnerischen und die mechanischen Verfahren: Erzeugung im Wälzgetriebe: reines Wälzverfahren und Schabwälzverfahren mit Einzelverzahnung oder Allgemeinverzahnung — Drei Vorgänge: Wälzbewegung, Schabbewegung, Umfangsbewegung — Zahnform: Flankenlinie, Flankenprofil und Flankenverjüngung vom Standpunkte passender und billigster Erzeugung — Arbeitsverfahren von Bilgram, Gleason, Böttcher, Monneret, Wingquist — Schleifverfahren von Maag und Lees-Bradner — Stoßradverfahren von Fellows und Sykes — Erzeugung im Schraubgetriebe: Reines Schraubverfahren und Schraubwälzverfahren — Schraubradverfahren von Fellows und Simmons, Schraubenfräser-Verfahren von Schub-Pfauter, 90°-Fräser, Verfahren für Kegelräder von Trbojevich.

Paarung, Passung, Preis.

Die richtige Paarung zweier Wellen durch Zahnräder gehörte immer schon zu den schwierigsten, aber auch reizvollsten Aufgaben der fortschrittlichen Werkstattechnik. Aufgabe der Zahnerzeugung ist zunächst die formschlüssige Paarung zweier Wellen in der Weise, daß eine bestimmte Umformung ihrer Drehmomente nach Richtung und Größe zwangläufig erfolgt. Berühren sich nämlich zwei Drehkörper ständig in einer räumlich festliegenden Linie, die man auch als „gemeinsame Erzeugende" bezeichnen kann, so bilden ihre Oberflächen gegenseitig Hüllkörperpaare $A + B$, Abb. 1, die aber in dieser Form höchstens als kraftschlüssige Umformer oder Getriebe (Reibräder) dienen können. Zur zwangläufigen und formschlüssigen Übertragung gehört eine Verzahnung dieser einfachen Hüllkörperformen, wobei besondere Flanken den Formschluß übernehmen, deren gemeinsame Berührungslinien nicht mehr räumlich festliegen, sondern bei Verdrehung der Körper wandern. Die Grundformen der Hüllkörper sind mannigfaltig, da nicht nur der A-Körper als Drehkörper beliebig gewählt werden kann, sondern auch der B-Körper je nach Entfernung der Achsen, und je nachdem diese parallel sind oder sich schneiden oder kreuzen, wiederum verschieden ausfällt.

Von überragender Wichtigkeit ist aber das Wälzkörperpaar mit gemeinsamer Ebene für die Achsen und die Berührungslinie $\mathfrak{R} \cdot \cdot \mathfrak{R}$, worin die gegenseitige rollende oder wälzende Berührung ohne Gleiten stattfindet. Die Wälzkörperpaare, Zylinder oder Kegel, Abb. 1a und 1b, bilden die geometrischen Grundlagen der verzahnten Wälzgetriebe, die aus „Wälzzahnrädern" (kurz „Wälzrädern") zusammengesetzt sind. Alle andern Zahnradgetriebe benutzen beliebige Hüllkörperpaare als Grundkörper für ihre Verzahnung und bilden dann bei Parallel- oder Winkeltrieben „angenäherte Wälzgetriebe", Abb. 1c und 1d, oder bei sich kreuzenden Achsen „Schraubgetriebe", Abb. 1e und 1f, deren Räder in der Kreuzung oder fern von der Kreuzung zusammenarbeiten können.

Berühren sich die Räder nicht als Hüllkörper in einer Linie, sondern, sozusagen als „Fühlkörper", nur in einem Punkte, so können sie nicht nur aneinander vorbeigleiten, sondern auch gleichzeitig nach einer anderen Richtung aufeinander wälzen. Verzahnte Fühlkörperpaare kennt man hauptsächlich für kreuzende Achsen, sie können als „Schraubwälzgetriebe", Abb. 1g und 1h, bezeichnet werden, die aus zylindrischen oder kegligen Wälzzahnrädern bestehen.

Die Hauptaufgaben der Verzahnungstechnik sind nun:

1. Herstellung einer durch Flanken formschlüssigen Paarung zweier nach Lage und Übersetzungsverhältnis gegebenen Wellen,
2. Verbesserung der Flankenpassung mit den zunehmenden Anforderungen des Betriebes bis zur geometrischen Idealpassung, vor allem der Formpassung und der Teilpassung der Flanken,

Getriebeachsen | sind parallel | schneiden sich | kreuzen sich

Wälzgetriebe (Wälzkörper) a b — Schraubgetriebe (Hüllkörper) e f — angenäherte Wälzgetriebe c d — Schraubwälzgetriebe (Fühlkörper) g h

Z 24/532

Abb. 1. Hüllkörperpaare für Zahnradumformer.

3. Verminderung des Preises der Flankenausbildung oder Paarung ohne Einbuße an betriebsnotwendiger Passung.

In den Stichworten Paarung, Passung, Preis kennzeichnen sich dann die drei Hauptaufgaben der Zahnrädererzeugung.

Für die Paarung sind die Flankenform, nämlich der Verlauf der Flankenlinien, d. h. der Schnittlinien der Flanken mit den (gedachten) unverzahnten Hüllkörpern, insbesondere den Wälzkörpern, das Flankenprofil, d. h. der Normalschnitt zur Flanke und die etwaige Flankenverjüngung, zunächst gleichgültig. Nur muß stets Formschluß vorhanden sein, die Kraft muß durch die Zahnflanken oder Zahnrücken dauernd übertragen werden können, endlich sollen Arbeitsverluste durch Nebenwirkungen, z. B. starke Seitenkomponenten, möglichst vermieden werden.

Für die Herstellung der Flankenpaarung gibt es nunmehr zwei Hauptwege: Entweder man bestimmt rein analytisch und zeichnerisch zwei als Hüllformen zusammenpassende Flankenlinien und Flankenprofile des A-Körpers und des B-Körpers und überträgt sie auf die betreffenden Räder, oder man legt nur irgendeine Flankenform als Bezugsprofil zeichnerisch fest und erzeugt die dazu gehörigen Hüllformen rein mechanisch. Danach können wir die zeichnerischen und die mechanischen Verfahren als die zwei großen Gruppen unterscheiden; zwischen ihnen gibt es allerdings eine Reihe von Übergängen.

Die zeichnerischen Verfahren.

Die zeichnerischen Verfahren bilden eine notwendige Zwischenstufe zwischen den rein empirischen und hinsichtlich der Passung anspruchslosen Verfahren früherer Jahrhunderte und den neuen mechanischen Verfahren. Nach Vorschriften, die allmählich Poncelet, Willis[1]), Reuleaux u. a. entwickelt haben, werden zusammenpassende Flankenformen zeichnerisch bestimmt und von der Zeichnung auf die beiden Modelle, Formwerkzeuge oder Schablonen übertragen. Die Verfahren sind so allgemein bekannt, daß der Hinweis auf Tafel 1 mit den verschiedenen Verfahren genügen möge.

Tafel 1.

Zeichnerische Verzahnungsverfahren (Formverfahren).

A) Reines Formverfahren:
- Modell und Formen { zum Giessen, / zum Prägen, Ziehen, Stanzen.

B) Schabformung:
- I. unmittelbar durch Formwerkzeug:
  - Räumwerkzeuge,
  - Hobel- oder Drehstahl,
  - Scheiben- oder Fingerfräser,
  - Scheiben- oder Fingerschleifer.
- II. mittelbar durch Schablone:
  - z. B. Kegelrad-Hobler.

Daß bei jeder dieser Übertragungen von der ungenauen Zeichnung aus Passungsfehler auftreten, die durch das Härten bei Formwerkzeugen noch vermehrt werden, ist verst[ändlich]. Der größte Nachteil aber ist, daß beim Wälzzahnrad je[der] Zähnezahl eine andre Flankenkrümmung in den Zahnlücken [ent]spricht, so daß Brown & Sharpe in den sechziger Jahren bei [der] Einführung der Formfräser die theoretisch notwendige unend[lich] große Zahl von Formwerkzeugen für Stirnräder gemäß dem V[or]schlage von Willis in nur 8 Gruppen (gegebenenfalls [mit] 7 Zwischengrößen) von gleicher Normalteilung und von nah[ezu] gleicher Krümmung aufteilten, die noch heute so verwe[ndet] werden. Der mögliche Fortschritt des zeichnerischen Verfahr[ens], das für die Fertigung größerer Räder in geringer Stück[zahl] immer noch das billigste, wenn auch ungenaueste ist, liegt in [der] Richtung zum rein mechanischen Verfahren.

Bei größeren genauen Formwerkzeugen hat man be[reits] begonnen, die Flanken rein mechanisch zu schleifen, indem [man] den Profilen die Form von Evolventen oder auch einseit[igen] Zykloiden[2]) gab, die man bei entsprechender Führung e[iner] Schleifscheibe genau herstellen kann. So verwendet man F[orm-]Fingerfräser zur Erzeugung von großen Winkelzähnen, Abb. [3]) und 3, oder von großen Kegelrad-„Spiralzähnen"[4]), die bei [An]wendung von archimedischen Spiralen heute z. B. für Turbi[nen]antriebe große Bedeutung erlangt haben. Noch genauer [wird] das zeichnerische Verfahren, wenn die Bearbeitung den Um[weg] über größere, genau schleifbare Schablonen nimmt, was [bei] größern Kegelrädern am meisten angewendet wird. Bearb[eitet] man z. B. Kegelräder nach Evolventenschablonen, so bra[ucht] man bei beliebiger Zähnezahl für den arbeitenden Teil der F[lan]ken nur eine einzige Schablone für jeden Kegelwinkel, s. Ab[b. 4].

Nach Fertigstellung jeder einzelnen Zahnlücke wird das [Rad] um eine Teilung weitergeschaltet. Wenn auch dieses Teilen [und] Schalten heute meist selbsttätig geschieht, so daß ein M[ann] mehrere solcher Formfräs- oder Formhobelmaschinen bedi[enen] kann, so bleiben doch als besondere Mängel bestehen: vom St[and]punkte des Preises der Zeitverlust durch das Schalten, [vom] Standpunkte der Passung die Ungenauigkeiten infolge der w[ech]selnden Vorgänge und Anspannungen beim Schalten, die Formfe[hler] der Werkzeuge infolge Übertragung von e[iner] Zeichnung aus und endlich die Formfe[hler] wegen des gemeinsamen Werkzeugs für [ver]schiedene Zähnezahlen. Auf der andern S[eite] sind die Maschine und das Werkzeug einf[ach], was bei sehr großen Abmessungen und ge[rin]ger Auflage der Werkstücke für sie spr[icht].

Die mechanischen Verfahren.

Die mechanischen Verfahren beru[hen] alle darauf, daß eine besonders einf[ache] Flankenform für ein bestimmtes Ausga[ngs-] oder Bezugsrad angenommen und dazu [die] Flanke der Gegenräder als reine H[üll]form zwangläufig erzeugt wird, ähnlich [wie]

Abb. 3. Verwendung von Fingerfräsern zur Herstellung von Win[kel]zahnrädern (Maschinenfabrik Lorenz A.-G. in Ettlingen).

Abb. 2. Großer Kammspitzenautomat.

[1]) Von Prof. Robert Willis, Cambridge, 1837—41 rühren her: der Begriff und die Vorbedingungen der „Satzräder", die dafür notwendige Zykloiden- und Evolventenverzahnung, der Flankenwinkel $\alpha = 14^1/_2{}^0$, bei dem $\sin \alpha = {}^1/_4$, die Kopfhöhe der Zähne $= m$, der Vorschlag eines Formfräsersatzes für Räder von ähnlicher Krümmung.

[2]) Z. Bd. 68 (1924) S. 788. [3]) Vergl. Maschine[nbau] Bd. 2 (1923) S. 395. [4]) Vergl. Werkstattstechnik [...] (1924) S. 141.

erzahnte Luftreifen eines Kraftwagens auf einer plastischen straßendecke seine Gegenzahnstange abwälzt. Werkzeug Werkstück bilden also zusammen ein Getriebe und erzeugen Hüllformen durch Verdrängen im Werkstück. Nach den tgruppen: Wälzgetriebe und Schraubgetriebe, ergeben sich für die mechanischen Verfahren die Hauptgruppen: Erzung im Wälzgetriebe und Erzeugung im raubgetriebe. In beiden Fällen kann man entweder rstrad (oder eine Kopie davon) als Bezugsrad und Werk benutzen, um das Gegenrad zu erzeugen: „Einzelvernung", oder eine neutrale Bezugsverzahnung als gemein Ausgang für die Erzeugung zweier neuer Räder wählen: gemeinverzahnung".

In der ersten Hauptgruppe: Verzahnung im Wälzgetriebe, es Verfahren mit spanloser Formgebung der Stoffe durch chen (Walzen, Prägen) als „reine Wälzverfahren", sowie hren, bei welchen eine Formgebung durch Spanabheben aller Hobeln, Stoßen, Fräsen, Schleifen, künstliches Abnutzen oder en, nötig ist. Fassen wir diese stofftrennenden Bearbei durch das anschauliche Wort „Schaben" zusammen, weil zeug und Werkstück zu diesem Zwecke aufeinander ver en werden müssen, so können wir diese Verfahren als bwälzverfahren" bezeichnen, s. Tafel 2.

Tafel 2.

Mechanische Verzahnungsverfahren (Wälzverfahren).

Mechanische Erzeugung der Gegenverzahnungen zu der Bezugsverzahnung

im Wälzgetriebe:

- I. Reines Wälzverfahren: Walzen von Rädern..
- II. Schabwälzverfahren:
  - a) Bezugsverzahnung mit Zapfen, Schabbewegung quer zur Zahnflanke.
  - b) Bezugsverzahnung mit Zahnrücken, Schabbewegung längs der Zahnflanke, pendelnd oder kreisend;
    1. mit Schaltbewegung: Hagen-Torn, Bilgram, Böttcher, Gleason,
    2. ohne Schaltbewegung: Monneret, Wingquist, Fellows.

im Schraubgetriebe:

- I. Reines Schraubverfahren.
- II. Schraubwälzverfahren:
  - a) für Stirnräder: Schiele, Pfauter,
  - b) für Kegelräder: Trbojevich.

Das reine Wälzverfahren hat in Europa bisher wohl nur Valzen von Schrauben und zum Rändern von Finger , z. B. an Bedienungsteilen, Anwendung gefunden, während Valzen größerer Räder im glühenden Zustande[1]) meines ns bei uns noch nicht ausgeübt wird, vielleicht weil es eine nerzeugung voraussetzt, die in Europa noch nicht verlangt Allzugroße Genauigkeit kann von den gewalzten Rädern verlangt werden, so daß das Walzen bei genauen Rädern nur Vorbearbeitung gleich käme, die für Festigkeit und Härte ngs günstig ist.

Das Schabwälzverfahren.

Wie schon der Name sagt, entsteht die Verzahnung bei Verfahren im Wälzgetriebe während des Zusammen ens oder Wälzens von Werkstück und Werkzeug, wobei erkzeug auch ein Zahnrad (im weitesten Sinne) oder ein eines Zahnrades ist. Das zusätzliche und mit genügender windigkeit erfolgende Schaben des Werkzeuges auf dem tück kann entweder radial, also in derselben Richtung wie hne im Betrieb aufeinander gleiten, oder axial in der Längs g der Flanken erfolgen. Radiales Schaben ist nur dann durchführbar, wenn jeder Zahn des Erstrades selbst ein örper ist, so daß sich das den Zahn kopierende Werk V, Abb. 5, während es sich langsam mit der Geschwindig abwälzt, mit der größeren Fräs- oder Schleifgeschwindig ehen kann. Das Verfahren ist dadurch auf die Zapfen ahnungen beschränkt, die auch als Triebstock- oder

[1]) Americ. Mach. Bd. 56 (1922) S. 409 u. Z. Bd. 66 (1922) S. 813, Maschine von n.

Abb. 4. Anwendung von Schablonen bei der Kegelradhobelmaschine der Zimmermann-Werke, Chemnitz

äquidistante Punktverzahnungen bekannt sind. Sie haben heute nur mehr für Einzelausführungen Bedeutung, da das Zapfenrad, wenn Umfangskraft, Passung und Preis gleich sind, außer bei sehr großen Abmessungen, gegenüber einem Zahnrückenrad im Nachteil ist.

Dagegen ist das Verfahren des Längsschabens heute von größter wirtschaftlicher Bedeutung, zumal man es sowohl für Einzelverzahnung als auch für die Allgemeinverzahnung anwenden kann.

Einzelverzahnung.

Bei der Einzelverzahnung kann man das eine der beiden Räder frei wählen. Für eine zylindrische Innenverzahnung kann man z. B. nach Williams[2]) das schwieriger zu verzahnende Hohlrad A_1, Abb. 6, als Ausgangsrad wählen und diesem mittels eines Formwerkzeugs B_1, das mit einer Teilscheibe verbunden ist, eine beliebig einfache Verzahnung z. B. mit gradlinigen Flanken geben. Um nun ein passendes Gegenrad B_2 zu erzeugen, kann man ein Werkzeug A'_1 schaffen, das (abgesehen von kleinen Abweichungen zur Schaffung des Kopfspieles) in den Flanken genau die Form des Rades A_1 hat, und dieses unter axialer pendelnder Schabbewegung gleichzeitig mit seiner Rollbahn $\mathfrak{R}_1$ um die Rollbahn $\mathfrak{R}_2$ von B_2 wälzen lassen.

Man kann ferner, statt mit einem vollständigen Rad A_1 auch mit einem „Kamm" von wenigen Zähnen oder mit einem Profilstahl mit zwei Flanken oder mit einfachen Flankenstählen für die rechte und für die linke Flanke arbeiten. Nur muß man in allen diesen Fällen außer der Schab- und der Wälzbewegung als dritte noch eine Schaltbewegung einführen, die das Rad oder Werkzeug zu gegebener Zeit in die nächsten Zahnlücken versetzt.

Nach diesen grundsätzlichen drei Bewegungsvorgängen lassen sich beliebige Verzahnungen für Einzelfälle erzeugen, wenn man darauf achtet, daß die Eingriffsdauer oder der Überdeckungsgrad genügt.

[2]) Amer. Mach. Bd. 51 (1919) S. 255, Machinery Bd. 26 (1919) S. 110.

Abb. 5. Herstellung der Zapfenverzahnungen.

Abb. 6. Williams-Verzahnung mit geraden Flanken im Hohlrad.

Allgemeinverzahnung.

Die Allgemeinverzahnung beruht bei Wälzrädern auf zwei wichtigen Gesetzen. Das erste lautet: Liegt ein passendes Wälzräderpaar $A + B$ vor, Abb. 7, so passen sämtliche Räder B_0, B_1 . . . B_n, die mit A zusammenarbeiten würden, zu sämtlichen Rädern A_0, A_1 . . . A_n, die mit B zusammenarbeiten würden.

Haben dabei alle Zähne des Rades A unter sich gleiche Form und Teilung, so haben auch alle Zähne von B gleiche Form und Teilung und jeder Zahn von A paßt in jede Lücke von B. Wird nun A zu einem Werkzeug A' ausgebildet, so kann es im Sinne der besprochenen Einzelverzahnung B_n-Räder von beliebiger Krümmung (Außen- und Innenräder) erzeugen, ebenso kann B als Werkzeug B' im gleichen Verfahren beliebige A_n-Räder erzeugen. Jedes A_n-Rad paßt dann zu jedem B_n-Rade, nur passen die A_n-Räder nicht (oder nur unter ganz besonderen Bedingungen) unter sich zueinander. Es liegt nahe, zwei Räder A und B als Normräder festzulegen und nach diesen alle A_n und B_n-Räder zu erzeugen. Ein solches Norm-Räderpaar entsteht auch, wenn zwei Planräder (Zahnstangen oder Plankegel) $A_0 + B_0$ das Ausgangspaar bilden, deren „Planverzahnungen" sich infolge ihrer gleichen Krümmung $\left(\frac{1}{r} = 0\right)$ in den arbeitenden Flanken decken, Abb. 8.

Abb. 7. Allgemeinverzahnung nach passendem Wälzräderpaar.

Abb. 11 und **12.** Zahnplatte mit parallelen, axial und schräg gerichteten Flankenlinien.

Das zweite Gesetz lautet: Kann eine Planverzahnung B_0 durch ein Werkzeug A_0', z. B. ein geführtes Schabwerkzeug, erzeugt werden, so kann jedes nach außen gekrümmte Rad B_n auf die gleiche Weise verzahnt werden, wenn gleichzeitig eine Wälzbewegung zwischen B_n und A'_0 (oder A_0) im Eingriffsfeld des Werkzeuges stattfindet.

Dieses zweite Gesetz hat zuerst Hagen-Torn 1872[1]) der mechanischen Verzahnung zugrunde gelegt, doch sind seine Vorschläge, die sich auf Stirnräder und Kegelräder bezogen, erst etwa 1880 durch den Amerikaner Bilgram verwirklicht worden, dessen Kegelradmaschine heute noch von Reinecker nach gleichen Grundsätzen gebaut wird.

Das Wesen der Schabwälzmaschinen besteht somit in genden drei Bewegungen:

1. der zwangläufigen Schabbewegung eines W zeugs, sei es Hobel, Fräser oder Schleifer zur (lichen) Erzeugung einer Planverzahnung, so daß Schabwege des Werkzeuges in einer Ebene verlauf
2. der gegenseitigen Wälzbewegung zwischen d ebenen Werkzeugbahnen und der Wälzfläche des W stücks,
3. der Umfangsbewegung des Werkstücks Übergang von einer Zahnlücke zur nächsten durch S ten oder Wandern.

Wälzbewegung.

Für die Wälzbewegung, die zuerst besprochen werde es grundsätzlich gleich, ob sich das Werkstück an der eb Werkzeugbahn abwälzt (also der Rollpunkt der Werkzeug wandert) oder ob sich die Werkzeugbahn auf dem Werkstück wälzt (der Rollpunkt auf dem Werkstück wandert), oder ob schließlich beide Teile gleichzeitig so abwälzen, daß der Rollp stehen bleibt. Es ist Sache des Konstrukteurs, für jeden Fal einfachste und zuverlässigste Lösung durchzubilden. Ebenso für das Erzwingen der Wälzbewegung die verschiedensten M möglich und angewendet worden, insbesondere Stahlbänder gram, Reinecker, Maag u. a.), spielfreie Zahnradbogen (Glea und Teilräder (Böttcher, Barth u. a.), wobei wieder Hebel veränderlicher Übersetzung (Maag) oder Wechselget (Reinecker) die Aufgabe übernehmen können, die Abwälzur jeden Zahnraddurchmesser oder Kegelwinkel anzupassen[2]

Schabbewegung und Schabwerkzeug.

Für die Schabbewegung tritt die Frage nach der z mäßigsten Flankenform der erzeugten Planverzahnung in Vordergrund, wobei jede Flankenform durch Flanken Flankenprofil und Flankenverjüngung bestimmt wird.

Bezeichnet man in einem Wälzrädergetriebe von belie Räderzahl von der Achse aus gesehen die oben rechts liege vergl. Abb. 7, als Rechtsflanken und die anderen als Linksfla so müssen lediglich alle Rechtsflanken der A-Räder mit der B-Räder zusammenpassen und ebenso alle Linksflanke übrigen aber braucht in einem Getriebe von beliebiger Zähr keine Rechtsflanke mit einer Linksflanke zusammenzuarbeit daß sie also auch in Abb. 9 zur Mittellinie M_y nicht symme zu sein brauchen. Damit wären aber grundsätzlich zur E gung der Flanken der Planverzahnung vier Flankenschneide A_l, B_r und B_l notwendig, die wiederum auf geraden ode krümmten Flankenlinien f_r und f_l geführt sein können.

Im Interesse von Preis und Passung liegt es, die Zal Werkzeuge zu vermindern, was in verschiedener Weise lich ist.

1. Flankenwerkzeuge. Bei gerader Flankenli kann man $A_r = B_r$ und $A_l = B_l$ machen, wenn das Profil symmetrisch zur Mittenlinie M_x ist. Der Vorbedingung Profilsymmetrie zu M_x entspricht z. B. jede Evolventenve nung und die doppelseitige Zykloidenverzahnung mit gl Wälzkreisen, nicht aber die einseitige Zykloidenverzahnu

[1]) Z. Bd. 16 (1872) S. 353. Über die ältere Geschichte der mechanischen Zahnraderzeugung vergl. vor allem die Zuschrift von Prof. Rittershaus, Dresden, Z. Bd. 42 (1898) S. 165.

[2]) Über die praktischen Mittel zur Durchführung der Wälzbeweg der Kegelraderzeugung vergl. Galassini: Kegelräder-Schneidmaschin Schablone, Werkstattstechnik Bd. 7 (1913) S. 7 u. f.

[3]) Z. Bd. 68 (1924) S. 788.

Abb. 8. Planverzahnung als Ausgang für ein Normräderpaar.

Abb. 9. Ungleiche Rechts- und Linksflanken.

Abb. 10. Planscheibe mit gleichbleibendem Flankenabstand (Evolventen).

gekrümmter Flankenlinie können $A_l = B_r$ und $A_r = B_l$ sein, Profilsymmetrie sowohl zu M_x als zu M_y besteht und die tung der Schabbewegung gleichgültig ist.

2. Profilwerkzeuge. Sollen die Rechts- und Links- zen gleichzeitig mit je einem Werkzeug A_{rl} oder B_{rl}, also em Profilwerkzeug oder gar einem Kammstahl mit mehreren len geschnitten werden, so tritt als re Bedingung die Parallelität lankenlinien f_r und f_l hinzu. Diese bei der Planscheibe (allgemeinster erfüllt, wenn die Flankenlinien nach venten mit gleichem Grundkreis, 10, gekrümmt sind. Mit zunehmender rnung der Planscheibenmitte wird Krümmungshalbmesser der Evolventen r größer, bis er im Grenzfall der platte oder Zahnstange unendlich : Die Planplatte muß also parallele den, Abb. 11 und 12, als Verzahnung eisen, wenn Rechts- und Linksflanken nem einzigen Werkzeug A_{rl} oder B_{rl} n sollen.

Sollen die Profil- oder Kammwerk- e A_{rl} und B_{rl} gleich werden, so muß der Flankensymmetrie zur Mitten- M_x auch Lückengleichheit auf M_x nden sein, d. h. die Profilmitten- M_x muß durch die Flanken in gleiche hnitte $= t/2$ geteilt werden, s. Abb. 11 12.

3. Satzräder. Sollen die Plan- hnungen A_0 und B_0 gleich sein, so en zunächst, damit nicht rechtsstei- e A-Räder und linkssteigende B- r entstehen, die Flankenlinien f axial ufen, eine Bedingung, die nur grad- ige Stirn- und Kegelräder, Abb. 11 16, erfüllen. Sollen aber alle A_n-Räder ebenso alle B_n-Räder auch untereinander passen, d. h. vollmene Satzräder sein, so muß außer der Flanken- metrie zu M_x und M_y und der Lückengleichheit noch die Be- ung erfüllt werden, daß die Profilmittellinie M_x den Wälz- Teilkreis des Werkstücks berührt.

Aus diesen Bedingungen geht deutlich hervor, wie wesent- eine einfache und vollkommen symmetrische Form des kenprofils für Werkzeug und Werkzeugmaschine ist und um sich die Planverzahnung mit geradem Flankenprofil, also Evolventenverzahnung, so allgemein verbreitet hat.

Flankenlinie. In Abb. 11 und 12 sind Zahnform Teilung so gewählt, daß man für beide Verzahnungen den hen Kamm verwenden kann. Abb. 13 zeigt das Verfahren er Reinecker Zahnrad-Hobelmaschine, wobei ein wagerecht nder Kammstahl auf einem sich darunter abwälzenden Stirn- arbeitet. Abb. 14 zeigt das Arbeiten eines langen Kammes er Zahnrad-Stoßmaschine von Maag, Zürich[1]), bei Zähnen geringer Teilung, Abb. 15 stellt einen Kamm der gleichen chine bei großer Teilung dar.

Die Paarung von Kammstahl und Zahnrad läßt sich durch Zwanglauf der Wälzbewegung sichern, die Passung hängt aber von Genauigkeit und Spielfreiheit aller Zwanglaufbewegungen und Übersetzungen und von der Möglichkeit ab, ein einwandfrei genaues Werkzeug beliebig oft herstellen zu können. Dafür aber ist die Schleifbarkeit eine Hauptbedingung; diese ist bei geraden Flanken ohne weiteres gegeben und auch noch bei einseitigen Zykloiden einigermaßen erreichbar; die andere Bedingung ist, die Teilung des Kammes, die bei gerader Durchmesserteilung (Modul) stets eine irrationale Zahl ist, genau zu verwirklichen und aufrechtzuerhalten. Daß man durch weniger genaue Werkzeuge oder Zähne die Vorarbeit leisten kann, um den ganz genauen die letzte Passung zu überlassen, ist bekannt.

Die Verwendbarkeit von Kammstählen oder auch nur eines Profilstahls für die Zahnlücke hört aber auf, sobald die Flankenlinien nicht parallel sind. Dann muß jede Flanke für sich gehobelt werden und man braucht getrennte Werkzeuge A_r und A für die Rechts- und Linksflanken, gleichgültig, ob die Richtung der Flanken radial zur Scheibenmitte (Radialzähne), Abb. 16 und 17, oder tangential verläuft (Tangentialzähne), Abb. 18 und 19[2]).

Abb. 13. Anwendung des Kammstahles bei der Reinecker-Zahnrad-Hobelmaschine.

Abb. 15. Kamm der Zahnrad-Stoßmaschine von Maag.

Abb. 14. Zahnrad-Stoßmaschine von Maag mit langem Kamm.

[1]) S. a. die Maag-Maschine in Bd. 65 (1921) S. 1377

[2]) Tangential-Kegelräder werden hergestellt auf einer Maschine von Reinecker, s. Z. Bd. 64 (1920) S. 208, auf einer Maschine von Heidenreich & Harbeck (System Dr. Barth) s. Werkstatts-T. Bd. 18 (1924) S. 127 und auf einer neuen Maschine von Zimmermann.

Abb. 16 und 17. Radialzähne für Kegelräder.

Abb. 18 und 19. Tangentialzähne für Kegelräder.

Abb. 20. Kegelrad-Fräsvorrichtung von H. Lindner, Berlin.

Abb. 21. Selbsttätige Kegelradschleifmaschine von J. E. Reinecker mit Einrichtung zum Schleifen von geraden und spiraligen Zähnen. DRP Nr. 262388.

Die Flankenwerkzeuge für die rechte und die linke Flanke sind als Hobelstähle allerdings sehr einfach, wodurch die Passung gewinnt, aber die Arbeit dauert selbst bei gleichzeitiger Anwendung eines Rechtsstahls und eines Linksstahls länger und der Preis dieser Kegelräder steigt wesentlich über den der mittels Kammstahles gehobelten Stirnräder. Die Verhältnisse bleiben grundsätzlich gleich, wenn man die Flanke durch Scheibenfräser, vgl. Abb. 20, oder Schleifscheiben bearbeitet, Abb. 21[1]).

Abb. 22. Form der Kreisbogenzähne.

Flankenverjüngung. Die weitere Folge der nichtparallelen Flankenlinien ist, daß die Zahnrücken bei gegenseitiger Näherung der Flankenlinien schmaler werden, so daß bei kleinerer Zähnezahl leicht Spitzen an den Zahnrücken auftreten. Dem kann man bis zu einem gewissen Grade durch Anwendung von „Stumpfzähnen" begegnen, indem man die gemeinsame Zahnhöhe kleiner als 2 m macht, vor allem aber durch Verjüngung der Zahnhöhe im Verhältnis zum abnehmenden Flankenlinienabstand. Aber dieses Mittel, dessen Anwendung für Radialflanken, Abb. 16 und 17, und archimedische Spiralen bei Kegelrädern vielfach als selbstverständlich angesehen wird, macht gewisse Schwierigkeiten, wo sich die Flankenlinien nicht in der Kegelspitze schneiden, z. B. bei Tangentialflanken, Abb. 18 und 19, und erschwert außerdem wesentlich die genaue Berechnung und Herstellung der Kegelräder, so daß seine Zweckmäßigkeit doch in vielen Fällen fraglich scheint. Durch den Verzicht auf diese Verjüngung hat sich die Firma Herbert Lindner, Berlin, ihr neues Verfahren zur billigen Kegelraderzeugung auf der Fräsbank sehr vereinfacht, Abb. 20.

Einen Fortschritt in der Zeitausnutzung bei der Flankenbearbeitung brachte die Einführung der umlaufenden Kreisbewegung anstelle der pendelnden Geradführung durch Böttcher & Geßner, Altona (seit 1909[2]), und Gleason, Rochester[3]), die beide unabhängig und gleichzeitig ihre Maschinen entwickelten, durch den Krieg aber in ihren Verwertungsmöglichkeiten ungleich beeinflußt wurden. Abb. 22 zeigt die Form der Kr[...]bogenzähne, Abb. 23 zeigt die entsprechenden Erzeugnisse [...] Böttcher für Stirnräder und für Kegelräder. Auch hier kann [...] theoretisch nur Flankenwerkzeuge, nicht Profilwerkzeuge, [...]wenden. Immerhin sind die Abweichungen von der Paralle[...] der Flankenlinien bei Kegelrädern teilweise nur ganz ger[...] Für alle linken Flanken f_l braucht man beim rechtssteigen[...] Rad, Abb. 22, innen schneidende Messer um die Mitte O_l, [...] die rechten Flanken f_r dagegen außenschneidende Messer [...] die Mitte O_r (beim linkssteigenden Gegenrade umgekehrt), [...] daß es theoretisch nicht richtig ist, gleichzeitig die linken [...] rechten Flanken im Kreisbogen zu bearbeiten. Denkt man [...] aber den Kreisbogen durch ein Stück einer evolventischen F[...]kenlinie (Abb. 10) von geringem Zentriwinkel ersetzt, so k[...] man auch Kreisbogenzähne von Kegelrädern angenähert du[...] Profilschneiden um eine gemeinsame Mitte bearbeiten. [...] dieser Näherung machen Böttcher und Gleason im Interesse [...] billigen Werkzeugs und der raschen Arbeit bei Kegelrädern [...]brauch. Der Fehler wird bei kleiner Bogenlänge (höchstens [...] des Kreisumfangs), und geringer Zahnbreite (höchstens $^1/_3$ [...] Kegelkante bis zur Spitze) so gering, daß er angeblich in ku[...] Zeit durch natürliche Abnutzung verschwindet[4]). Da bei Pa[...]lelität der Zahnmitten keine Flankenverjüngung in Betra[...]

Abb. 24 und 25. Anwendung der u[...]laufenden Messer bei der ersten Zahnrä[...]maschine von Böttcher & Geßner in Alt[...]

[1]) S. a. Werkstatts-T. Bd. 18 (1924) S. 132.

[2]) DRP 312859 vom Nov. 1909 und 319173, März 1912, von Gleason angek[...]

[3]) Machinery April Bd. 20 (1914) S. 690. Werkstatts-T. Bd. 8 (1914) S. 331.

[4]) Näheres über die neuen Gleason-Maschinen s. Werkstatts-T. Bd. 18 ([...]) S. 129 und S. 160.

Abb. 23. Erzeugnisse der Böttcherschen Zahnrädermaschine.

Abb. 26. Neue Gleasonmaschine für Zahnräderherstellung.

Abb. 30. Kegelrädermaschine nach dem Monneret-Verfahren (H. Brandenberger).

ümt, so haben auch Böttcher und Gleason von vornherein bei ilen Rädern auf jede Verjüngung verzichtet. Außerdem hat Gason „Stumpfzähne" von nur 85 vH der üblichen Höhe mit Vteil angewendet, um die Schneidarbeit zu verringern, die Scheidmesser zu verstärken und die Härtung zu verbessern. Al. 24 bis 26 zeigen die Anwendung der umlaufenden Messer e den ersten Maschinen von Böttcher und bei einer neueren Gasonmaschine.

Auf den Hauptvorteil der Schrägverzahnung gegenüber der Gidflankenverzahnung, die größere Unempfindlichkeit gegen Vzahnungsfehler, braucht man hier nur hinzuweisen. Der lehförmigere Zahneingriff, infolge gegenseitiger Überdeckung vo Form- und Teilfehlern und der Fortfall der Folgen der Uerschneidung bei kleinen Zähnezahlen haben bewirkt, daß in Kftwagenhinterachsen heute fast nur mehr Schrägzahn-Kegelär verwendet werden. Darum ist jedoch nicht ausgeschlossen, a wirklich fehlerfreie und nicht unterschnittene gradzahnige Räer die gleiche Geräuschlosigkeit ergeben.

Umlaufbewegung. Den bisher besprochenen Veraen ist neben der Wälz- und der Schabbewegung als dritte Begung eine besondere relative Umlaufbewegung gemeinsam, die iodische Schaltung des Werkstücks oder auch des Wkzeugs beim Übergang von einer Zahnflanke zur nächsten. Wd dabei jede der Links- oder Rechtsflanken für sich durch i Ielhübe oder Messerkopfumdrehungen eigestellt, wobei i mindestens 20 berä, so erhält man für das ganze Ra z Wälzbewegungen mit Hin- und Ieang und z Schaltbewegungen (Gleason). Wird jedoch in den Pausen nach jedem Arbeitshub des Hebels weitergeschaltet, so braucht man $z\,i$ Schaltbewegungen, dafür aber nur eine Wälzbewegung von Anfang bis Ende der Verzahnung (Bilgram und Reinecker).

Auf alle Fälle stört das Schalten den Fortgang der Arbeit, was auf Preis und Passung ungünstig wirkt. Schon früh setzten daher Bestrebungen ein, die Schaltbewegung in ein gleichförmiges Wandern abzuändern. Abb. 27 erläutert das älteste Verfahren von Monneret (1899), der auf der Pariser Weltausstellung 1900 mit den ersten im Wälzverfahren erzeugten Spiralzahnkegelrädern an die Öffentlichkeit trat[1]), an einer Zahnstange: Die Stange wandert während der Pendelbewegung des Werkzeugs weiter, dadurch entstehen statt der Geraden sinusartige Kurven, und zwar bei einer Kreisschwingung reine Sinuskurven, wovon nur das passende Stück des Hingangs für die Verzahnung benutzt wird, während beim Rückgang das Messer abgehoben werden muß. Statt der reinen Sinusschwingung kann man eine Kurbelschleifenbewegung oder auch eine beliebige Nockenführung mit archimedischer Spirale und raschem Rücklauf benutzen, die z. B. beim Stirnrad genau gerade Flankenlinien ermöglicht. Grundsätzlich kann man jede beliebige Neigung der Zähne erzeugen, Abb. 28, da man die Pendelbewegung auch schräg zur Achse des Werkstücks legen kann, um achsial gerichtete Zähne zu erhalten.

Das Monneret-Verfahren, das sich für Stirnräder und Kegelräder grundsätzlich gleich eignet, wurde bisher nur für Kegelräder verwendet, wobei statt der Sinuskurven Episinoiden auftreten, Abb. 29, und wird neuerdings nach H. Brandenberger[2]) von den Österreich. Werken, Wien, und der Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik[3]) ausgeführt, Abb. 30. Auch hier sind drei unabhängige Bewegungen vorhanden: Die pendelnde Schabbewegung des Werkzeugs, die gleichförmige Wander- oder Drehbewegung des Werkstücks (statt der Schaltbewegung) und das gegenseitige Wälzen von Werkstück und Werkzeug, die so langsam

Abb. 32 und 33.
Ritzel, nach dem Monneretverfahren hergestellt (Brandenberger).

[1]) s. Galassini, Werkstattst. Bd. 7 (1913) S. 458.
[2]) Vergl. Werkstattst. Bd. 18 (1924) S. 130.
[3]) Vgl. Z. Bd. 68 (1924) S. 800.

Abb. 29 Kegelradverzahnung nach Monneret.

Abb. 27 und 28. Verzahnung nach dem Monneret-Verfahren.

Abb. 34. Epizyklische Flankenlinien.

Abb. 31. Schnittschema eines 15-zähnigen Rades bei Überspringen von 7 Zähnen.
Reihenfolge der Schnitte.
Zahn: 1, 8, 15, 7, 14, 6, 13, 5, 12, 4, 11, 3, 10, 2, 9, 1, 8 usw. Beim Rückhub wird das Messer vom Werkstück abgehoben.

ist, daß von Beginn bis Ende der Verzahnung nur eine Wälzbewegung stattfindet. Die Pendelkurve, Abb. 31, überschlägt hier stets mehrere Zähne, und erst nach n Umdrehungen des Rades kehrt sie zu ihrem Anfangspunkt zurück, wobei die Kehrzahl $n = 8$ und die Zähnezahl $z = 15$ ist[1]). Abb. 32 und 33 zeigen Ritzel von nur 4 und 7 Zähnen, die nach diesem Verfahren hergestellt sind.

Wird während der Wanderbewegung des Werkstücks das Werkzeug nicht gerade, sondern im Kreise geführt, so kann es entweder pendeln oder umlaufen; im letztern Falle ergeben sich epizyklische oder hypozyklische Flankenlinien, Abb. 34 und 35[2]). Räder dieser Art sind heute noch nicht auf dem Markt[3]), ihre Herstellung ist für Kegelräder um so einfacher, je mehr sich die Kurvenstücke der Epizykloiden oder Hypozykloiden den reinen Evolvente nähern.

Abb. 35. Hypozyklische Flankenlinie

[1]) Der Neigungswinkel reiner Sinuskurven ergibt sich bei Stirnrädern aus $\operatorname{tg}\gamma = \frac{s\,z}{d\,n} = \frac{s}{m\,n}$, wo s der Hub der Sinusschwingung, d der Durchmesser, m die Durchmesserteilung (Modul) und n eine beliebige ganze Zahl als Kehrzahl ist. Damit man sämtliche Zähne ohne Schaltung erzeugen kann, darf der Bruch $\frac{z}{n}$ nicht weiter teilbar sein, so daß für die Kehrzahl n am zweckmäßigsten eine Primzahl gewählt wird. Trotzdem sind dann alle Räder mit $z = n$, $2n$, $3n$ nur mit Schaltung herstellbar. Für $\gamma = 60^0$ und $m = 4$ ergibt sich $s = m\,n \operatorname{tg}\gamma = 8\,n^{mm}$. Man erkennt, daß in der Wahl der Schrägungswinkel und der Zähnezahlen gewisse Beschränkungen bestehen, da die Gleichungen auch sinngemäß auf Kegelräder übertragbar sind. Für Stirnräder ergibt sich noch der Vorteil, daß man statt des Flankenhobels auch einen Hobelkamm anwenden kann, der die notwendige Pendelzahl entsprechend seiner Zähnezahl herabzusetzen gestattet.

[2]) Auch hier kann man durch Wechsel der Kehrzahl und der Dreh-tung des umlaufenden Messers gegenüber der Planscheibe die Form der -lischen Kurven in hohem Maße beeinflussen. Selbst radiale Geraden kö als Hypozykloiden hergestellt werden (Kardanische Kreisbewegung), doc die Verzahnung auf diesem Wege mit verschiedenen Schwierigkeiten bunden; wird der Messerkopf statt mit einem Messer mit n gleichmäßig setzten Messern versehen, so beschleunigt das die Erzeugung wesentlich.

[3]) DRP 321993 v. Erik H. Wingquist, Göteborg 28. 2. 1918.

(Schluß fo

Neuartige Schleuderformmaschine.

Auf der Internationalen Gießerei-Ausstellung (International Foundry Trades Exhibition) in Birmingham, Bingley-Hall, im Juni 1924, wurde eine neuartige Formmaschine gezeigt[1]). Sie gehört zu der Gruppe der selbsttätigen Formmaschinen, die neben den Maschinen, die nur das genaue Ausheben der Modelle besorgen, die Verdichtung des Sandes durch Pressen erreichen oder durch Rütteln die Handarbeit des Stampfens ersetzen und besonders in Amerika bevorzugt werden.

Die neue Maschine hat eine Vorläuferin in der Schwerkraft-Formmaschine (Z. Bd. 56 [1912] S. 215), bei der man den in Transportbechern schon verdichteten Sand aus einer Höhe von mehreren Metern in Gestalt von Kuchen oder Plaggen in die Form fallen läßt.

Bei der in Abb. 1 wiedergegebenen neuen Maschine, gebaut von der Foundry Plant and Machinery, Limited, Glasgow, wird der Sand in es durch die am Boden befindliche Öffnung mit etwa 25 m/s Gesch digkeit herausgeworfen wird. Der Sand wird dabei so gründlich dichtet, daß er in 3 bis 4 m Entfernung von der Auswurfstelle durchaus zusammenhält und Formen bis zu 3,30 m Tiefe von unten oben gleichmäßig dicht gefüllt werden können.

Abb. 1. Schleuderformmaschine

Gestalt von Kuchen mit erheblicher Geschwindigkeit in die Form geschleudert. Der Sand, der durch die auf Zahnschienen fahrbare Maschine vom Boden aufgehoben wird, wird durch eine Transportschnecke a dem Becherwerk zugeführt. In der Rüttelvorrichtung b wird der Sand gesiebt und dem schnellaufenden Transportband c zugeführt; Abfälle werden durch den Trichter d abgesondert. Das Transportband lädt den Sand in einer Kammer e ab, in der eine einzelne Schaufel mit 750 bis 1800 Uml/min umläuft. Die Schaufel schneidet von dem Sandstrom ein Ende ab und schleudert es derart gegen das Schaufelgehäuse, daß

[1]) „The Engineer" Bd. 137 (1924) Nr. 3574.

Zur Bewegung des Fahrgestelles und des Becherwerkes dient 7½ PS-Motor; das Sieb hat seinen eigenen Antrieb, und das Schleu werk wird durch einen Motor von gleichfalls 7½ PS betätigt. drehbare Arm bestreicht eine Halbkreisfläche von 3 m Halbmesse

Größere Formen können auf einem Rahmen am Fahrgestell s eingebaut werden, so daß die Maschine von dem auf dem Boden geschütteten Sand bei ihrer Vorwärtsbewegung große Mengen (bis 16 m³/h) ohne Unterbrechung des Arbeitsganges verarbeiten kann.

[M 556] W.

Luftgekühlte Flugmotoren.[1]

Von Dipl.-Ing. F. Goßlau, Charlottenburg.

Konstruktionsangaben über etwa 50 meist luftgekühlte Flugmotoren — Grenzen von Zylinderzahl, Zylinderdurchmesser und Motorleistung bei Sternmotoren — Gewichtsersparnis durch Wegfall der Wasserkühlung — Verwendung in tropischem und arktischem Gebiet — Stirnwiderstand Einbau — Brennstoff- und Ölverbrauch im Zusammenhang mit dem Zylinderentwurf — Leistungssteigerung durch höhere Verdichtung und höhere Drehzahl — Kurven der Einheitsgewichte — Einheitsgewicht und Drehzahl — Kurve der Gewichtszahlen — Kurven und Zahlentafeln der Einheitsgewichte verschiedener Bauarten und Leistungen — Schaubild der Fluggewichte während vierstündiger Flugdauer.

Die Entwicklung des Flugmotors nach dem Kriege kennzeichnet sich im Ausland wie in Deutschland durch das Aufkommen des Sternmotors mit Luftkühlung. Der Vor-…ung in der Leistung, den das Ausland, namentlich England, …ngt hat, erklärt sich durch die stärkere Nachfrage nach …ßeren Motoren. Militärische Interessen sind dabei eine mäch-… Triebfeder des technischen Fortschritts gewesen.

Zahlentafel 1 zeigt den heutigen Stand der Flugmotoren der …lt, soweit sie sternförmig angeordnete Zylinder oder Luft-…lung haben[2]). Abgesehen von dem Bristol Hercules, über …sen Bewährung noch nichts bekannt geworden ist, hat hier-…h keiner der Motoren über 450 PS Leistung. Nur ganz ver-…zelt tritt ferner die Doppelsternform auf, die sich durch die ge-…e Zylinderzahl (Jaguar, entstanden aus Lynx und Bristol Mer-…) kennzeichnet. Es scheint, daß diese Bauart Schwierigkeiten …eben hat. Die Zylinderleistungen überschreiten, abgesehen …n Bristol Hercules, bei keinem Motor 50 PS, auch nicht in … neuesten Versuchszylindern.

Über 9 Zylinder in einer Ebene werden nicht verwendet, da …n scheinbar konstruktive Schwierigkeiten wegen der Gehäuse-…essungen und der Unterbringung der Steuerung auftreten. Die Z…inderleistung dürfte in absehbarer Zeit nicht über 50 PS …gen, wenn man die Zylinderdurchmesser wegen der hohen …mischen Beanspruchung kaum so bald vergrößern kann und H… und Bohrung in begrenztem Verhältnis zueinander stehen. D…aus ergibt sich die heutige Leistungsgrenze von $9 \times 50 =$ 45… PS.

In Deutschland beschäftigen sich mit dem Bau luftgekühl-…e Sternmotoren die Firma Haacke, das Stahlwerk Mark … die Firma Siemens & Halske. Außerdem hat Hirth in Cannstatt Versuchsmotoren von 30 und 60 PS gebaut, die nach … Zweitaktverfahren arbeiten, und sogenannte Doppelzylinder, …, Zylinder in U-Form haben, in denen zwei Kolben entgegen-…etzt arbeiten und so mit der Kurbelwelle verbunden sind, daß si… infolge eigenartiger kinematischer Zusammenhänge sehr gün-…e Steuerzeiten ergeben. Das Gemisch wird durch ein Turbogebläse leicht vorverdichtet, während die Abgase mit Hilfe der Fliehkraftwirkung durch den hohlen Propeller abgesaugt werden.

Auf Grund der früheren Erfahrungen im Bau von Umlaufmotoren hat die Firma Siemens & Halske ihren Sternmotor in drei Typen entwickelt, Abb. 1 bis 6, deren wichtigste Bauteile, wie Kurbelwellen, Zylinder mit Zubehör, Kolben, Pleuelstangen, Steuerteile, Öl- und Luftpumpen ganz einheitlich durchgebildet sind und von denen die beiden schwächeren auch schon die Typenführung bei der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Adlershof bestanden haben.

Nimmt man bei einem Vergleich zwischen Luft- und Wasserkühlung für Flugmotoren an, daß für beide Arten von Motoren Lebensdauer und Brennstoffverbrauch gleich sind, so ergibt schon allein der Wegfall der Wasserkühlung mit ihren mannigfachen Störungsquellen und ihrem Gewicht einen wichtigen Vorteil des luftgekühlten Motors.

Neben dem Wegfall des Gewichts der Wasserkühlung und der baulichen Vereinfachung ist als Vorteil der Luftkühlung auch die Anspruchslosigkeit hinsichtlich der Wartung in Gegenden zu buchen, wo die Temperaturen dauernd oder vorübergehend unter dem Gefrierpunkt liegen und wo daher Einfrieren des Kühlwassers mit seinen schweren Folgen für die Betriebsicherheit des Motors droht.

Anderseits hat man gegen die Verwendung der luftgekühlten Maschinen in den Tropen Bedenken geäußert, weil die mittlere Kühlwassertemperatur höchstens 90 °C beträgt, während Zylinder mit Luftkühlung bei einer Mitteltemperatur von rd. 180 °C arbeiten. Hat die Außenluft bei uns ein Mittel von 15 °C und in den Tropen 40 °, so sinkt in den Tropen der Temperaturunterschied zwischen Zylinder und Außenluft bei Luftkühlung um etwa 15, bei Wasserkühlung jedoch um etwa 33 vH. Daher hat man auch während des Krieges die Kühler der für die Tropen bestimmten Motoren um rd. 30 vH vergrößert, während die englischen Flieger in den Kolonien den luftgekühlten Motoren den Vorzug geben und Kühlschwierigkeiten niemals eingetreten sind.

In jedem Klima ist ferner der Motor mit Luftkühlung viel schneller betriebsbereit, als der mit Wasserkühlung, weil er

[1]) Vorgetragen im Anschluß an den Vortrag von H. Baer, Z. Bd. 68 (1924) S. …, in der Hauptversammlung 1924, Hannover

[2]) Die mit Stern versehenen Zahlen beziehen sich auf Gewichte von ein-…en Zylindern. Sämtliche eingeklammerten Zahlen sind nur geschätzt.

Abb. 1. 5-Zylinder-Siemens-Sternmotor.

Abb. 2. 5-Zylindermotor, Geräteseite.

Zahlentafel 1. Flugmotoren mit sternförmig angeordneten Zylindern oder Luftkühlung.

Lfd. Nr.	Bauart	N PS	n Uml. min	i	d mm	s mm	$\frac{s}{d}$	V_h l	V_H l	L PS/l	L_c PS/Zyl.	x	e	c_m m/s	G kg	E_G kg/PS	b g/PSh	$ö$ g/PSh	p_m at	W_w vH	G_F kg/PS
1	**Anzani:** 10 A 4	100	1450	10	105	145	1,38	1,3	12,5	8,8	11	606	4,48	5,7	179	1,79	370		5,81	25,6	3,27
2	„ 6 A 2	50	1450	6	90	125	1,39	0,79	4,74	10,5	8,3	724	—	6,0	78	1,56	370		6,5	—	3,04
3	„ 3 A 2	30	1450	3	105	120	1,14	1,0	3,0	10,0	10,0	690	—	5,8	56	1,87	370		6,2	—	3,35
4	**Armstrong:** Jaguar	320	1500	14	127	140	1,1	1,7	24,8	12,9	22,9	860	5,0	7,0	326	0,99	330	11,0	8,5	19,2	2,35
5	„ Lynx	160	1500	7	127	140	1,1	1,7	12,4	12,9	22,9	860	5,0	7,0	—	—	240	—	8,5	28,0	—
6	—	42	1500	2	127	127	1,0	1,6	3,22	13,0	21,0	870	—	6,35	61,5	1,46	—	—	7,7	—	—
7	**Bristol:** Hercules	1000	1750/1150	18	158	190	1,2	3,76	67,6	14,8	55,5	845	—	11,0	—	—	—	—	7,6	—	—
8	„ Jupiter	400	1550	9	146	190	1,3	3,48	31,3	13,9	44,4	825	5,0	9,8	318	0,8	292	18,0	8,26	25,8	2,04
9	„ Dragonfly	345	1650	9	140	156	1,18	2,54	22,86	15,1	38,3	915	5,0	9,1	271	0,8	220	—	8,15	28,7	1,8
10	„ Mercur	310	1800	14	111	147,6	1,3	1,41	19,75	15,7	22,2	873	—	8,85	266	0,86	—	—	8,2	—	—
11	„ Wasp II	150	1800	7	114	152	1,3	1,5	10,9	13,75	21,4	765	—	9,0	159	1,27	318	17,0	6,9	19,9	2,61
12	„ Lucifer	100	1600	3	146	150	1,03	2,52	7,56	13,4	33,3	825	4,8	8,0	150	1,5	250	—	8,3	25,2	2,6
13	„ Cherub	18	2500	2	85	94	1,15	0,53	1,06	17,0	9,0	681	—	7,8	38,5	2,14	265	15,0	6,1	23,8	3,26
14	**Clerget-Blin**	16	2150	2	65	100	1,54	0,33	0,66	24,2	3,0	1130	—	7,17	—	—	270	—	10,1	23,4	—
15	**Haacke:** HFM 3a	17	1700	3	74	110	1,49	0,472	1,42	12,0	5,67	334		6,24	40	2,36	—	—	3,0	—	—
16	„ HFM 2a	34	1320	2	120	140	1,17	1,58	3,16	10,9	17,0	826	—	6,16	67,2	1,95	(250)	(25,0)	6,7	25,2	3,24
17	„ HFM 3	50	1350	3	120	140	1,17	1,58	4,74	10,5	16,6	777	—	6,3	90	1,8	250	20,0	7,0	25,2	2,9
18	„ HFM 6	100	1380	6	120	140	1,17	1,58	9,48	10,5	16,65	762	—	6,45	150	1,5	(250)	(20,0)	6,85	(25,2)	(2,6)
19	**Lawrence:** J 1	215	1700	9	114	140	1,23	1,6	14,3	15,0	23,9	883	5,0	8,0	—	—	230	13,6	8,6	27,4	—
20	„ R	150	1600	9	114	133	1,17	1,36	12,2	12,3	16,7	770	5,2	7,1	182	1,22	205	16,0	6,93	30,8	2,01
21	„ L 4	60	1800	3	108	133,4	1,23	1,21	3,63	16,5	20,0	917	5,0	8,0	79,5	1,32	—	—	8,3	—	—
22	**Salmson:** AB 9	200	1550	9	125	170	1,36	2,08	18,7	10,7	22,2	712	5,0	8,5	240	1,2	250	—	6,4	25,2	2,3
23	„ AC 9	100	1550	9	100	130	1,3	1,02	9,18	10,9	11,1	702	5,0	6,5	140	1,4	250	20,0	6,3	25,2	2,52
24	„ AD 3	12	1800	3	70	86	1,23	0,331	0,993	12,1	4,0	671	5,5	5,15	34	2,82	240	15	6,05	26,2	3,84
25	**Siemens:** Sh 6	100	1500	9	100	120	1,2	0,945	8,5	11,8	11,1	790	4,7	6,0	145	1,45	250	12,0	7,1	25,2	2,59
26	„ Sh 5	76	1473	7	100	120	1,2	0,945	6,615	11,5	11,4	782	4,7	5,94	129	1,69	254	12,0	7,02	24,5	2,75
27	„ Sh 4	58	1473	5	100	120	1,2	0,945	4,73	12,4	11,6	840	4,7	5,94	104	1,77	260	12,0	7,56	24,4	2,82
28	„ Superior	20	3500/1500	2	78	78	1,0	0,37	0,746	26,8	10,0	766/1790	5,0	9,1	—	—	280	—	6,9	22,6	—
29	„ V	11	3200/1300	2	70	78	1,11	0,3	0,6	18,35	5,5	574/1410	4,3	8,32	—	—	300	—	5,17	21,0	—
30	**Stahlwerk Mark**	30	1400	3	105	120	1,14	1,04	3,12	9,62	10,0	686	4,7	5,6	70	2,33	—	—	6,17	—	—
31	„ „	55	1400	5	105	120	1,14	1,04	5,20	10,6	11,0	758	4,7	5,6	104	1,89	—	—	6,82	—	—
32	„ „	—	1400	9	105	120	1,14	1,04	9,36	—	—	—	4,7	5,6	—	—	—	—	—	—	—
33	**Walther**	60	1400	5	105	120	1,14	1,04	5,20	11,5	12,0	825	5,0	5,6	94	1,57	—	—	7,4	—	—
34	**Wright:** L 4	60	1300	3	107	133	1,23	1,203	3,62	16,6	20,0	923	—	8,00	72,3	1,20	226	14	—	28	2,16
35	„ J 1	200	1700	9	114	139	1,22	1,45	13,10	15,3	22,2	900	—	7,9	200	1,00	226	14	—	28	1,96
	Luftgekühlte Reihenmotoren.																				
36	**Junkers:** L 1	77	1800	6	96	120	1,25	0,87	5,2	14,8	12,8	824	4,7	7,2	136	1,77	310	20,0	7,42	20,4	3,1
37	**R. A. F.:** 4d	190	1800	12	100	140	1,4	1,1	13,2	14,4	15,8	800	4,7	8,27	303	1,55	242	24,5	7,49	25,7	2.1
38	„ 4a	160	1800	12	100	140	1,4	1,1	13,2	12,1	13,3	756	4,2	8,27	288	1,8	306	30,2	6,14	20,3	3,14
39	„ 1a	90	1600	8	100	140	1,4	1,1	6,6	10,2	11,25	638	4,2	7,35	212	2,36	317	25,4	5,8	19,6	3,73
40	**Renault**	100	1800	8	105	130	1,24	1,13	9,0	11,2	12,5	624	4,16	7,69	236	2,36	298	25,0	5,74	21,0	3,65
	Einzelne Versuchszylinder.																				
41	**Am. Air-Serv.**	—	—	3	—	—	—	1,26	3,78	—	—	—	6,2	—	—	—	195	—	9,1	32,4	—
42	„	44	1600	1	142,9	165	1,16	2,65	—	16,6	44,0	965	5,3	8,8	—	—	252	—	8,95	25,0	—
43	**Airco**	41,5	1700	1	139,7	152,4	1,1	2,34	—	17,7	41,5	1040	—	8,6	—	—	256	—	9,65	24,6	—
44	**R. A. E.:** 21 TD	36	1450	1	140	165	1,18	2,54	—	14,1	36,0	973	5,0	8,0	12,4*	0,34*	235	—	8,9	26,9	—
45	„ 22 TW	29	1800	1	114,3	152,5	1,33	1,55	—	18,7	29,0	1039	5,1	9,15	8,35*	0,344*	195	—	9,4	32,4	—
	Wassergekühlte Sternmotoren.																				
46	**Fiat:** A 18	300	1800	9	130	150	1,15	1,99	17,9	16,5	35,3	932	5,5	9,0	285	0,99	220	20,0	8,38	28,7	—
47	**Salmson:** CM 18	500	1600	18	125	170	1,36	2,08	37,4	13,4	27,8	836	—	9,06	445	(1,12)	235	20,0	7,52	26,8	—
48	„ AZ 9	300	1500	9	140	170	1,21	2,62	23,6	12,7	33,3	795	—	7,0	330	(1,33)	235	20,0	7,15	26,9	—
49	„ CM 9	260	1600	9	125	170	1,36	2,08	18,7	13,9	28,5	869	5,4	9,06	259	(1,23)	235	20,0	7,82	26,9	—

N Leistung . . . PS; n Drehzahl . Uml/min; i Zylinderzahl; $V_h = \frac{3{,}14\, d^2 s}{4}$ Zylinderhubraum l; $L_c = \frac{N}{i}$ Zylinderleistung; $e = \frac{(V_h + V_c)}{V_h}$ Verdichtungverhältnis; G Motorgewicht . . . . . kg; $E_G = \frac{G}{N}$ Einheitsgewicht kg/PS; p_m Mittlerer Druck . . . . at; W_w Wirtschaftlicher Wirkungsgrad . . vH

Abb. 3. 7-Zylinder-Siemens-Sternmotor.

Abb. 4. 9-Zylinder-Siemens-Sternmotor für 100 PS.

e Betriebstemperatur in ungleich kürzerer Zeit — etwa 1 min rreicht.

Dem luftgekühlten Sternmotor hat man einen erhöhten Stirn-rstand nachgesagt. Das mag, oberflächlich betrachtet, zu-äst richtig scheinen, wenn man den Sternmotor mit dem enmotor vergleicht, s. Abb. 7 und 8.

Dagegen bietet die Form des Rumpfes mit der verhältnis-ig breiten Spitze nicht nur keine Schwierigkeiten für den bau eines Sternmotors, sondern sie ergibt auch im Zusammen-g mit dessen geringer Baulänge eine sehr günstige Raum-utzung. Messungen im Windkanal und im Flugbetrieb haben nfalls die Vermutung widerlegt, daß Flugzeuge mit Sternmotoren eren Luftwiderstand als solche mit Reihenmotoren haben.

Dazu kommt, daß man den Einbau eines Sternmotors gut inglich und einfach gestalten kann. Die Kasparwerke lagern den Siemens-Motor auf einem Klappspant, Abb. 9, so daß man den Motor nach Lösen der Benzin- und Ölleitung und Abnahme zweier Bolzen um eine senkrechte Achse ausschwenken und die Nebeneinrichtungen des Motors erreichen kann. Nach Lösen zweier weiterer Bolzen kann der ganze Motor vom Flugzeugrumpf getrennt und gegen einen andern ausgewechselt werden.

Brennstoff- und Ölverbrauch hängen mit der Frage der Kühlung zusammen. Wiederholt hat mangelnde Erfahrung im Entwurf luftgekühlter Zylinder dazu gezwungen, die Kühlung durch reiches Gemisch zu unterstützen, um das betriebsfähige Temperaturgleichgewicht zu erreichen. Während die ersten französischen Umlaufmotoren mit einem Brennstoffverbrauch von 320 g/PSh arbeiteten, ist der Verbrauch bei den Siemens-Umlaufmotoren schon auf 270 bis 280 g/PSh verringert worden, und der Siemens-Sternmotor verbraucht heute nur 250 g/PSh.

Abb. 5. 9-Zylinder-Sternmotor.

Abb. 6. 7-Zylinder-Sternmotor, Geräteseite.

Über große Umwege und unter erheblichen Schwierigkeiten ist man zu der neuzeitlichen Bauart luftgekühlter Zylinder mit offener Stahllaufbuchse und aufgeschraubtem Leichtmetallkopf gelangt, die auch mit armem Gemisch betriebsfähig ist und bei den neuesten amerikanischen Versuchen, allerdings mit großen Zylindern, einen Verbrauch von nur 195 g/PSh ergeben hat.

Stellenweise hat man auch das Schmieröl zur Zylinderkühlung herangezogen, und nur in diesem Zusammenhang scheint der hohe Ölverbrauch mancher Motoren, der 54 g/PSh erreicht, verständlich, da sonst für einen so hohen Verbrauch kein Grund vorhanden wäre. Um zu verbrennen, muß das Schmieröl erst in den Verbrennungsraum gelangen. Das ist unerwünscht, weil es die Verbrennung verschlechtert und den Betriebstoffverbrauch erhöht. Bei richtigem Kolbenentwurf läßt sich der Eintritt von Schmieröl in den Verbrennungsraum weitgehend vermindern, u bei richtigem Zylinderentwurf kann auf diese Ölkühlung v zichtet werden.

Hand in Hand mit der Frage des Brennstoffverbrauchs g auch die Frage des Verdichtungsverhältnisses. Umfangreiche V wendung gut wärmeleitender Leichtmetalle und wirksame Ano nung der Kühlrippen erlauben, wie die amerikanischen Versuche zeigen, Verdichtungsgrade bis zu 6,2; diese Zahlen weisen den Weg für die kommende Entwicklung. Um an einem Beispiel zu zeigen, wie weit etwa die Leistung eines Motors durch höhere Verdichtung gesteigert werden könnte, habe ich aus den mir zur Verfügung stehenden Angaben die Höchst- und Mittelwerte von Kolbengeschwindigkeit und mittlerem Druck entnommen und ihren Einfluß auf die Leistung dargestellt, Zahlentafel 2. Abb. 10 und 11.

Abb. 7 und **8.** Vergleich des Sternmotors mit dem Reihenmotor.

Abb. 9. Einbau des Siemens-Motors in ein Kaspar-Flugzeug.

Abb. 10 und **11.** Zunahme der Leistung bei Drucksteigerung Drehzahlsteigerung.

Abb. 12. Einheitsgewichte luftgekühlt Flugmotoren.
1. Reihenmotoren. 2. Sternmotoren.

Zahlentafel 2. Einfluß von Mitteldruck und Kolbengeschwindigkeit auf Leistung und Einheitsgewich

Normal-Ausführung $p_m = 7{,}1$, $c_m = 6$, $n = 1500$		Ausführung mit $p_m = 7{,}1$, $c_m = 9$, $n = 2250$			Ausführung mit $p_m = 9$, $c_m = 6$, $n = 1500$		Ausführung mit $p_m = 9$, $c_m = 9$, $n = 2250$			Ausführung mit $p_m = 7{,}5$, $c_m = 7{,}56$, $n = 1880$		
N	E_G	N	E_G	G_G	N	E_G	N	E_G	G_G	N	E_G	G_G
55	1,86	82,5	1,24	1,41	70	1,46	104,5	0,98	1,15	74	1,41	1,5
80	1,55	120,0	1,03	1,20	101	1,23	152,0	0,82	0,98	103	1,25	1,4
100	1,45	150,0	0,97	1,13	127	1,14	190,0	0,77	0,93	133	1,09	1,2

E_G = Einheitsgewicht kg/PS G_G = Einheitsgewicht kg/PS mit Getriebe.

Zahlentafel 3. Einheitsgewichte von Flugmotoren.

Motor	Mercedes	Siemens	Bristol	Benz	R. A. F.	Wasp	Daimler	R. A. F. 4 d	Salmson	Maybach	Fiat	Mer
Zylinderzahl	6	9	3	6	12	7	6	12	9	6	9	1
Leistung . . . PS	100	100	100	160	160	150	200	190	200	294	300	31
Zylinderleistung . . . PS	16,7	11,1	33,3	26,7	13,3	21,4	33,4	15,8	22,2	49,0	35,3	2
Motorgewicht[1]) . . . kg	232	145	150	322	306	318	390	303	240	500	285	2
Einheitsgewichte . . . kg/PS	2,32	1,45	1,5	2,05	1,8	1,27	1,95	1,55	1,2	1,7	0,99	0,
Bauart[1])	W. K. R.	L. K. S.	L. K. S.	W. K. R.	L. K. R.	L. K. S.	W. K. R.	L. K. R.	L. K. S.	W. K. R.	W. K. S.	L. K

[1]) Motorgewicht einschl. Kühlanlage. W. K. R. = wassergekühlter Reihen-Motor, L. K. R. = luftgekühlter Reihen-Motor, L. K. S. = luftgekühlter St Motor, W. K. S. = wassergekühlter Stern-Motor

Selbstverständlich verlangen derartige Steigerungen der Lei-
ng besondre bauliche Maßnahmen beim Entwurf der Zylinder
l der Triebwerkteile; doch scheinen sie durchaus ohne Gewichts-
nahme durchführbar. Sogar höhere Drehzahlen scheinen ohne
riebe erreichbar, da neuere Luftschrauben auch bei hohen
ehzahlen gute Wirkungsgrade ergeben.

Was den luftgekühlten Motor gegenüber dem wassergekühl-
besonders auszeichnet, ist sein geringes Gewicht. Zwar gibt
heute auch schon wassergekühlte Motoren, deren Einheitsge-
cht dem von luftgekühlten nahekommt,
r trotz ihrer längeren Entwicklungs-
t, die eine weitgehende Vereinfachung,

Abb. 13. Gewichtszahl $Z = \frac{N}{V_H\, n\, E_G}\, 10^5$.

1. Luftgekühlte Sternmotoren
2. Luftgekühlte Reihenmotoren

Abb. 14. Einheitsgewicht in Abhängigkeit von der Motorleistung.

1. Wassergekühlte } Reihenmotoren
2. Luftgekühlte
3. Wassergekühlte } Sternmotoren.
4. Luftgekühlte

erfeinerung und Erleichterung der Bauart gebracht hat, hat
ch kein Motor mit Wasserkühlung das Einheitsgewicht des
ch ganz jungen luftgekühlten Motors erreichen können.

Bei Stern- und Reihenmotoren mit Luftkühlung steigt, wie
Abb. 12 zeigt, das Einheitsgewicht für die kleineren Leistungen
ziemlich steil an, während bei höheren Leistungen die Kurven
annähernd wagerecht verlaufen und dem Wert von 0,75 kg/PS
zustreben. Dieser allgemeine Verlauf der Kurven dürfte sich auch
in Zukunft nicht ändern; dagegen ist anzunehmen, daß sich die
Kurven mit weiterer Verfeinerung der Einzelheiten in ihrer Gesamtheit senken, wie es bei wassergekühlten Motoren im Laufe der mehr als zehnjährigen Entwicklung geschehen ist. Allerdings ist bei dieser Darstellung die Drehzahl nicht berücksichtigt. Diesen Mangel gleicht die sogenannte Gewichtzahl, Abb. 13, aus.

Aus Abb. 14 und Zahlentafel 3 kann man die Überlegenheit der luftgekühlten Sternmotoren gegenüber allen andern Bauarten in bezug auf das Einheitsgewicht erkennen. Bei einem der neuzeitlichsten Motoren mit Wasserkühlung beträgt das Einheitsgewicht einschließlich Kühlanlage 1,2 kg/PS ohne die Kühlanlage 0,97 kg/PS. Der gleichstarke Jupiter-Sternmotor wiegt dagegen betriebsfertig 0,8 kg/PS.

Abb. 15. Fluggewichte für vierstündige Flugdauer.

Wasserkühlung	Luftkühlung
1. 100 PS - Mercedes.	5. 100 PS - S. & H.
2. 234 PS - Benz.	6. 150 PS - Lawrence.
3. 300 PS - Maybach.	7. 400 PS - Jupiter.
4. 160 PS - B. M. W.	

Auch der Einwand, daß der luftgekühlte Motor wegen seines höheren Brennstoffverbrauchs im Fluggewicht, d. h. im Gewicht und Betriebstoffzuladung, schwerer als der wassergekühlte Motor sei, wird durch Abb. 15 widerlegt. Nur der hoch verdichtende Bayern-Motor mit seinem besonders geringen Brennstoffverbrauch von 195 g/PSh ist während der ersten zwei Flugstunden im Fluggewicht einem luftgekühlten Motor überlegen, obgleich hier ein luftgekühlter Motor von 100 PS einem wassergekühlten von 160 PS gegenübersteht, also der Vergleich für den wassergekühlten Motor günstiger ist. [B 478]

Überdruckturbinen von 62 500 kVA Leistung[1].

Im Hudson-Avenue-Kraftwerk der Brooklyn Edison Co., das auf
0 Mill. kW ausgebaut wird, wurde die größte reine Überdruckturbine
von 62 500 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}8$ in Tandem-Verbundanordnung, die von
d Westinghouse Co. erbaut ist, in Betrieb genommen; sie zeigt im
Vergleich mit der um 40 vH weniger leistenden Turbine des Hellgate-
Kraftwerkes eine bedeutende Verringerung der Spalt- und Reibungs-
verluste; es sind hier kegelig zugestutzte Stufen (Trommeln) der
dreiteiligen Niederdruckturbine verwendet worden[2]. Die Eintrittspan-
nung beträgt 18 at bei 110 °C Überhitzung und 72 cm Luftleere, die Tur-
bine läuft mit 1800 Uml./min und ist mit einer Drehstrommaschine
für 13 800 V elastisch gekuppelt. Das Gesamtgewicht des Maschinen-
satzes beträgt rd. 850 metrische Tonnen, wovon rd. 450 t auf die Tur-
bine entfallen.

Das Speisewasser wird auf dreifache Art vorgewärmt;
durch Zwischendampfentnahme am Hochdruckende und durch An-
zapfung im Mittelteil der Niederdruckturbine sowie durch den Abdampf
sämtlicher Hilfsturbinen, der in einen offenen Vorwärmer gelangt. Das
Kondensat der Hauptturbinen kühlt gleichzeitig den Abdampf der Hilfs-
turbinen vor; die Temperatur des derart vorgewärmten Speisewassers
schwankt zwischen 125 und 156 °C.

Es wurden eingehende Versuche über den Dampfverbrauch in Ab-
hängigkeit von der Dampfspannung und Überhitzung bei verschiedenen Belastungen an der Hoch- und Niederdruckseite durchgeführt, die bei geringster Überhitzung (15 °C) den günstigsten Dampfverbrauch, 4,55 kg/kWh, bei 37 000 kW Belastung (etwa ¾ Vollast) ergaben; die Feuchtigkeit des Abdampfes betrug bei dieser Belastung rd. 14 vH. Die Belastung wurde zu rd. ⅔ bis ¾ von der Niederdruckturbine, und zwar mit höherer Leistung ansteigend übernommen. Der thermodynamische Wirkungsgrad der Turbine erreichte bei 37 000 kW einen Höchstwert von 83,1 vH.

Die Turbine ist mit dem größten bisher gebauten Oberflächen-Kondensator verbunden; das Kühlwasser wird von je zwei Zentrifugalpumpen mit Motorantrieb für je rd. 230 000 l/min[3]) geliefert, während die Luft durch eine Le Blanc-Luftpumpe (7300 l/min), im Bedarfsfalle durch zweistufige Dampfstrahlpumpen entfernt wird. Jeder Kondensator wiegt rd. 300 t. [N 547] Rb.

[1] Nach „Power" Bd. 59 (1924) Nr. 26.
[2] Eine Einzylinderturbine von gleicher Leistung der General El. Co. gelangt ebenfalls zur Aufstellung.
[3] Bei 195 bzw. 290 Uml./min. und 600 PS Motorleistung.

Das Problem der Vorkalkulation und seine Lösung.

Berichtigung. In dem Aufsatz von K. Hegner in Nr. 32 vom 9. August 1924 ist die neugebildete Körperschaft zur Zusammenfassung aller Ausbildungsbestrebungen für Stücklohnkalkulatoren als „Reichskuratorium zur Ausbildung von Stücklohnkalkulatoren" bezeichnet. Inzwischen ist diese Bezeichnung in „Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung" (Refa) umgeändert worden. Alle Anfragen und Sendungen, die diese Körperschaft betreffen, sind unter dieser Anschrift an die Geschäftstelle, Berlin NW 7, Sommerstraße 4a, zu richten. [N 631]

Tagung über Luftfahrt

gelegentlich der Hauptversammlung des VDI, Hannover.

Die von Dir. ter Meer geleiteten Verhandlungen wurden mit einem Vortrag von Prof. Dr. L. Prandtl, Göttingen, über den Flüssigkeitswiderstand eingeleitet, dessen Inhalt wir bereits in Heft 22 S. 538 mitgeteilt haben. Im Anschluß daran sprach Prof. Dr. H. Föttinger, Danzig, über

Fortschritte der Strömungslehre.

Besondere Fortschritte hat die Strömungslehre bei der Aufklärung und Berechnung der Strömungen um unsymmetrische Körper erzielt, welche Seitenkräfte quer zum Zufluß erzeugen und aufnehmen sollen, also um Treib- und Tragflügel, Turbinenschaufeln, Propeller, Ruder und Segel. Meistens handelt es sich dabei um die Aufgabe, fortlaufend ein freies, strahlartiges Strömungsgebilde mit kleinstem Energieaufwand, also kleinster kinetischer Energie und Reibung, zu schaffen. Die heutige Theorie kann schon weitgehende Aufklärung über die Geschwindigkeits- und Druckverteilung sowie über die Austrittverluste dieser Strömungen geben, ohne allerdings quantitativ auf die Reibung einzugehen.

Alle Strömungen mit Seitenkräften lassen sich auf eine äußerst fruchtbare Analogie zurückführen, nämlich die eines stromdurchflossenen elektrischen Drahtes (Zylinders), der von den parallelen Kraftlinien eines homogenen Magnetfeldes, senkrecht zu seiner Achse, umflossen wird. Das Zusammenwirken des eigenen, den Zylinder umkreisenden magnetischen Kraftflusses (Zirkulation) mit dem des äußeren Parallelfeldes gibt Verstärkungen und Schwächungen der örtlichen Feldstärken, so daß der Zylinder eine Kraftwirkung senkrecht zum Parallelfeld erfährt, proportional dieser Feldstärke und seiner eigenen Zirkulation, d. h. seiner Stromstärke.

Genau entsprechend wirkt auf einen von einer Parallelströmung umflossenen Zylinder, um den irgendwie eine einseitige, wenn auch schwache Umlaufbewegung (Zirkulation) eingeleitet ist, eine diesen beiden Anteilen proportionale Seitenkraft, die als Schaufel- oder Ruderdruck, Auftrieb- oder Propellerschub dient (Satz von Kutta-Joukowsky).

Nach Göttinger Messungen erfährt z. B. ein umlaufender Zylinder in einer Querströmung Seitenkräfte bis zum Achtfachen der mit Vogel- oder Flugzeugflügeln erzielbaren Auftriebe, bezogen auf gleiche Flächenprojektion (Mittelschnitt). Dies ist der schon 1853 bei Untersuchungen über Geschoßabweichung entdeckte „Magnus-Effekt", benannt nach dem deutschen Physiker gleichen Namens [1]). Ein auf Anregung des Vortragenden von Gümbel gebauter Modellpropeller dieser Art mit zylindrischen, relativ zur Nabe sich drehenden „Flügeln" bestätigte die erwartete Wirkung [2]). Wertvoll wäre es, natürlich nur im Laboratorium, eine Francis-Turbine mit solchen Zylinderschaufeln zu versehen.

Die praktischen Flügelformen zur Erzeugung der einseitigen Schwungbewegung sind denen der Vögel nachgebildet, häufig vorne verdickt, hinten schlank auslaufend, damit möglichst ideale Anschmiegung, d. h. die gewünschte Ablenkung und „Zirkulation" der Strömung erzielt wird.

Bei den Turbinen hat man durch Auffassung der Schaufeln als flügelartige Einzelkörper und Verwendung der Potential- und der Zirkulationsgesetze (z. B. in der Form der III. Turbinenhauptgleichung [3])) den Anschluß an die neueren Tragflügeltheorien hergestellt und manche vertiefte Einsicht gewonnen. Das gilt nicht nur für die propellerartigen Räder vom Kaplan-Typ, sondern auch für die Zellenbauart. Insbesondre hat die Einzeldurchbildung der Turbogetriebe und Turbokupplungen Anregungen zur Klärung und Weiterbildung der Prasil-Lorenz-Bauersfeldschen Ideen gegeben, z. B. zu den schönen Untersuchungen von Kucharski [4]), Mitarbeiters des Vortragenden, über die oft rückläufigen Strömungen in Turbinenlaufrädern aller Art, zu zeichnerischen Untersuchungen über den Stoßgang der Turbinen, das Übertreiben der Eintrittwinkel [5]), die Übergeschwindigkeiten an den Eintrittkanten. Ein nützliches Hilfsmittel ist neuerdings die von Stodola zuerst versuchte Analogie der Laufradströmu[ng] mit den Niveaulinien aufgeblasener Membranen.

Auf dem Gebiete der Tragflügel sind die Erfolge Prand[tls] und seiner Mitarbeiter bereits weiteren Kreisen bekannt. Bes[on]ders ergab die rechnerische Untersuchung des schon von La[n]chester beschriebenen Wirbelbandes hinter dem Flügel e[ine] Theorie des kleinstmöglichen Widerstandes des reibungsfre[ien] Flügels und eine bequeme Umrechnung der Auftriebe und Wid[er]stände für verschiedene Breiten. Eine Stoßdruckbetrachtung v[on] Munck liefert verallgemeinert die Regel für kleinste Wirb[el]widerstände der abgehenden Wirbelschweife.

Diese Regel hat Dr. Betz auch auf das wesentlich schw[ie]rigere Gebiet der Propeller ausgedehnt; sie half Prandtl, e[ine] angenäherte Verteilung des Schubes über die Flügellänge [zu] finden. Die eigenartige Geschwindigkeitsverteilung in einem me[hr]flügligen Propellerstrahl kann nach einem vom Vortragenden 1[91]7 beschriebenen graphischen Verfahren für jedes beliebige räu[m]liche Wirbelsystem mit technisch genügender Genauigkeit bere[ch]net werden. In der gleichen Arbeit ist auch das eigentliche Ke[rn]problem des Propellers, die Wechselwirkung mit der Schif[fs]strömung auf Grund der Wirbellehre nach verschiedenen Ri[ch]tungen hin geklärt worden (Schätzung der Einflüsse von Wass[er]oberfläche, Grund und Schiffswand).

Insbesondere sind die gefürchteten Kavitationserscheinun[gen] (Hohlraumbildungen bei hohen Geschwindigkeiten) vollstän[dig] aufgehellt worden. Durch Versuche in Danzig wie an der Ha[m]burger Vulcanwerft ist einwandfrei festgestellt, daß [die] dabei auftretenden Anfressungen von Propellerflügeln, Turbin[en]rädern usw. durch rein mechanische Hammerwirkung der vö[llig] unelastisch zusammenstürzenden luftverdünnten Blasen entsteh[en]. Z. B. sind dabei zentimeterdicke Glasplatten schon nach ¾ St[un]den nahezu durchbohrt worden. Dadurch ist es auch mögl[ich] geworden, diese Erscheinungen selbst in schwierigsten Fällen [zu] verhüten.

Durch Zurückführung beliebiger ebener Strömungen auf [ein] Skelett von Quellen oder Wirbeln nach Rankine-Maxwe[ll] gelingt es, die Stromlinien und Geschwindigkeiten theoretisch v[or]herzubestimmen und mit späteren Versuchen zu vergleichen. [Di]e leider nur zu umständlichen Rechnungen können seit kurzem [mi]t dem vom Vortragenden entworfenen Vektor-Integrator in wenig[en] Stunden maschinell ausgeführt werden, so daß man die Pro[fil]form schon auf dem Papier untersuchen kann.

Über die praktischen Erfolge der neueren Anschauung[en] braucht nur noch gesagt zu werden, daß heute durch Gegenp[ro]peller (nach Dr. Wagner und Prof. Dr. Haß) häufig 5 [bis] 15 vH Maschinenkraft gespart werden, die höheren Werte m[it] ersterer Bauart, und daß vom Vortragenden und seinen M[it]arbeitern Kreiselpumpen von 86 vH (ohne Vorversuch), spä[ter] auch Turbotransformatoren von über 91 vH und Turbokuppl[un]gen von 96 bis 98 vH Wirkungsgrad gebaut worden sind[6]); [es] ist damit gelungen, den Verlust einer doppelten Energiewandlu[ng] (mechanisch-hydraulisch-mechanisch) auf 4 bis 2 vH, den [der] einfachen auf 2 bis 1 vH herabzumindern, also in dieser [Be]ziehung sogar die Elektrotechnik zu schlagen.

Sodann behandelte Dipl.-Ing. Herbert Wagner, Ch[ar]lottenburg,

die Entstehung der Tragflügelkräfte.

Die Tragflügeltheorie, oder wie wir sie auch nennen, Zi[r]kulationstheorie, geht von folgendem Gedankengang au[s]: Gegen einen ruhend gedachten Tragflügel mit einer scharfen Ka[nte] an seiner Hinterseite, Abb. 1, ströme die Flüssigkeit mit der G[e]schwindigkeit v an. Das zirkulationsfreie Geschwindigkeitsf[eld] der Flüssigkeit hat, wie bekannt, eine unendlich große, von un[ten] nach oben gerichtete Geschwindigkeit an der Hinterkante [des] Tragflügels. Da diese unendlich große Geschwindigkeit ein[en] unendlich großen Unterdruck an dieser Stelle bedingen wür[de], dieser aber in einer Flüssigkeit nicht auftreten kann, ist e[ine] solche Flüssigkeitsbewegung nicht möglich. Außerdem erfä[hrt] bei dieser Art der Flüssigkeitsbewegung der Tragflügel kei[ne] Kraftwirkung, was der Erfahrung widerspricht.

Die Zirkulationstheorie nimmt nun an, daß bei der Strömu[ng] mit der Geschwindigkeit v außerdem eine Zirkulation von [...]

---

[1]) Magnus, „Über die Abweichung der Geschosse", Pogg. Annalen 1853.

[2]) Gümbel, „Modelle zur Versinnbildlichung der Wirbelgesetze", Schiffbau Bd. 22 (1920) S. 338.

[3]) Föttinger, „Neue Grundlagen für die theoretische und experimentelle Behandlung des Propellerproblems", Jahrbuch der Schiffbautechn. Ges. Bd. 19 (1918) S. 429.

[4]) Kucharski, „Strömungen einer reibungsfreien Flüssigkelt bei Rotation fester Körper", Oldenbourg 1918.

[5]) Föttinger, „Über die physikalischen Grundlagen der Turbinen- und Propellerwirkung", Z. f. Flugtechnik und Motorluftschiffahrt 1912 S. 233 und 245 sowie „Verhandlungen von Vertretern der Flugwissenschaft in Göttingen" Oldenbourg 1911.

[6]) Föttinger, „Eine neue Lösung des Schiffsturbinenproblems". Jah[rb.] d. Schiffbautechn.-Ges. Bd. 11 (1910) S. 157.

ders., „Über ein schwingungsdämpfendes Getriebe für Motorschif[f]", Werft-Reederei-Hafen Bd. 5 (1924) S. 37.

..mter Größe Γ um den Tragflügel besteht, und erhält so eine ..mung, die an der Hinterkante endliche Geschwindigkeit hat. ..ner berechnet die Zirkulationstheorie einen Auftrieb A pro..ional der Geschwindigkeit v und der Zirkulation Γ um den ..gflügel ($A = c\,v\,\Gamma$).

Nach einem bekannten Satz der Lehre von der Flüssigkeits..egung kann aber in reibungsfreier Flüssigkeit eine ..he Zirkulation um den Tragflügel nicht entstehen. Die Ent..ung der Zirkulation war bisher noch nicht vollkommen ge..t. Im allgemeinen hat man sie auf den Einfluß der Flüssig..reibung zurückgeführt, ohne jedoch genauere Angaben hier.. machen zu können. Man kann aber das nichtstatio..e Problem der Entstehung der Zirkulation um den Trag..el mit Hilfe der Theorie der reibungsfreien Flüssig.. rechnerisch verfolgen [1]).

Zuerst muß man sich vergegenwärtigen, was wir unter einer ..tetigkeits- oder Wirbelfläche verstehen. In Abb. 2 oben sind .. Flüssigkeitsströme dargestellt; der eine bewegt sich z. B. .. der Geschwindigkeit v_1, der andere mit der Geschwindig.. v_2. An der Fläche F, wo sich diese beiden Flüssigkeitsströme ..ihren, findet ein Sprung von der Geschwindigkeit v_1 auf die ..chwindigkeit v_2 statt; die Geschwindigkeit ist, wie wir sagen, ..ieser Fläche unstetig. Wir nennen daher die Fläche F Un..gkeitsfläche oder nach Helmholtz auch Wirbelfläche. ..iner Kurve K, welche ein Stück dieser Unstetigkeitsfläche umschließt, ist eine Zirkulation vorhanden.

Ferner ist in Abb. 2 unten ein Potentialwirbel dargestellt. Bei dieser drehungsfreien Bewegung kreist die Flüssigkeit um den Mittelpunkt M; um diesen findet also eine Zirkulation statt. Die Geschwindigkeit der Flüssigkeit ist außen gering, gegen den Mittelpunkt hin wird sie immer größer, im Mittelpunkt selbst ist sie unendlich groß. In diesem Punkt ist die Flüssigkeitsbewegung also unstetig.

Abb. 1.

Wir kehren jetzt zum Tragflügel zurück. Ursprünglich sei ..nd auch die ihn umgebende Flüssigkeit in Ruhe. Dann ist ..rlich auch keine Zirkulation um den Tragflügel vorhanden. .. bewegen wir den Tragflügel, Abb. 3, mit der Geschwindig.. v. Die Zirkulation um den Tragflügel kann sich, wie wir ..ts bemerkt haben, im Verlauf der Zeit nicht ändern, muß ..null bleiben. Das zirkulationsfreie Geschwindigkeitsfeld hat .. wie schon früher festgestellt, an der Hinterkante eine un..ch große Geschwindigkeit von unten nach oben, die einen ..dlich großen Unterdruck an dieser Stelle bedingen würde.

Der in Wirklichkeit sicher endliche Unterdruck an der ..erkante reicht nun nicht aus, die Flüssigkeit um die Kante ..m von unten nach oben abzulenken. Entsprechend den ..holtzschen Anschauungen löst sich die Strömung an der ..erkante von der Oberfläche des Tragflügels ab: an dieser ..e bildet sich daher eine Unstetigkeitsfläche, um die eine Zir..ion stattfindet.

Die Zirkulation in der Kurve K_1, die Unstetigkeitsfläche und ..flügel umschließt, war bei der ursprünglichen Ruhe der Flüs..it null und muß nach einem Satz der Hydrodynamik dauernd .. bleiben. Daraus folgt aber, daß die Zirkulation in einer ..e K', welche nur die Unstetigkeitsfläche umschließt, entgegen..zt gleich sein muß der Zirkulation in einer Kurve K'', die ..len Tragflügel umschließt. Also muß auch um den Tragflügel .. Zirkulation entstehen.

Im weiteren Verlauf der Bewegung bilden sich, wie die Rech.. zeigt, immer neue Teile der Unstetigkeitsfläche; die bereits ..leten Teile bleiben bestehen. Die Zirkulation um die Un..keitsfläche wächst daher im Verlauf der Bewegung, folg.. wächst auch die Zirkulation um den Tragflügel, damit die ..e der beiden Zirkulationen wieder null ist. Der Geschwin..itssprung an den neu entstehenden Teilen der Unstetigkeits.. wird jedoch mit zunehmender Dauer der Bewegung immer ..ger und nähert sich schließlich nach sehr langer Bewegung ..Wert null. Es ist dann um den Tragflügel als Grenzwert ..Zirkulation entstanden, welche die Zirkulationstheorie für die ..näre, stetige Flüssigkeitsbewegung um den Tragflügel angibt.

[1]) Die mathematisch-hydrodynamischen Grundlagen dieser Betrachtung ..demnächst in der Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik ..inen.

Die entstehende Unstetigkeitsfläche läßt sich eindeutig bestimmt aus der Bedingung berechnen, daß die Geschwindigkeit der Flüssigkeit im ganzen zeitlichen Verlauf der Bewegung an der Kante des Tragflügels endlich ist.

Der Vortragende hat die Berechnung dieser Unstetigkeitsfläche für den Fall der Bewegung einer ebenen Platte durchgeführt. Der Anstellwinkel der Platte war dabei als sehr klein vorausgesetzt, was die Rechnung vereinfacht. Unter anderm wurde diese Rechnung für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung des Tragflügels und für den aus der Ruhe plötzlich mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegten Tragflügel zahlenmäßig ausgewertet. Für den letzten Fall z. B. hatte die Rechnung folgendes Ergebnis:

Ist die Platte von der Profiltiefe b ursprünglich in Ruhe und tragen wir den Weg s der Platte als Abszisse und die Zirkulation Γ als Ordinate auf, Abb. 4, so steigt die Zirkulation von null bei Beginn der Bewegung und nähert sich asymptotisch dem Grenzwert Γ_0, den die Zirkulationstheorie angibt. Als Maß für die Schnelligkeit des Wachsens der Zirkulation sei erwähnt, daß nach

Abb. 2. Potentialwirbel.

Abb. 3.

Zurücklegung eines Weges von der Länge der Profiltiefe b die Zirkulation um die Platte bereits 56 vH des Grenzwertes Γ_0 beträgt.

Die mit Δv bezeichnete Kurve stellt den Geschwindigkeitssprung an der entstehenden Unstetigkeitsfläche dar. Er ist bei Beginn der Bewegung unendlich groß; dementsprechend sehen wir bei einem Versuch an der Abflugstelle einen Wirbel. Der Geschwindigkeitssprung nimmt dann ab und nähert sich schnell dem Wert null. Auch die Entstehung der Auftriebkraft A kann man rechnerisch verfolgen. Bei Beginn der Bewegung ist die Auf-

Abb. 4. Zirkulation Γ in Abhängigkeit vom Weg s der Platte von Profiltiefe b.

triebkraft halb so groß wie nach unendlich langer Bewegung. Sie steigt dann asymptotisch bis zu dem aus der Zirkulationstheorie bekannten Wert A_0.

Es sei jetzt noch ein besonderer Fall besprochen: Der Tragflügel sei ursprünglich in Ruhe und bewege sich dann mit einer Geschwindigkeit v, die vom Weg s in dieser Weise abhängt: $v = \text{konst.}\sqrt{1+\frac{1}{s}}$. Dann ergibt die Rechnung, daß dort, wo sich bei der ursprünglichen Ruhe die Hinterkante des Tragflügels befand, ein Potentialwirbel entsteht. Da die Geschwindigkeit $v = \text{konst.}\sqrt{1+\frac{1}{s}}$ für $s = 0$, also am Beginn der Bewegung, ∞ ist, kann man diese Art der Flüssigkeitsbewegung im Versuch nicht erzeugen. Wir können uns dieser Bewegung jedoch sehr

gut annähern, indem wir den Tragflügel (oder eine Platte) plötzlich mit großer Geschwindigkeit in Bewegung setzen und dann die Geschwindigkeit verringern. Dann sehen wir sehr deutlich den Wirbel an der angegebenen Stelle.

Damit erscheint die Entstehung der Zirkulation um Tragflügel aus der Theorie der reibungsfreien Flüssigkeit berechenbar, also die Zirkulationstheorie auch vom physikalisch-hydrodynamischen Standpunkt aus exakt hergeleitet. Gegenüber manchen gegenteiligen Anschauungen besteht die Helmholtzsche Auffassung zu Recht, daß auch in reibungsfreier Flüssigkeit Wirbelflächen und (in besonderen Fällen) auch Potentialwirbel entstehen, wenn sich in der Flüssigkeit Körper mit Kanten bewegen.

Der nächste Vortrag über

Leichtbau

von Prof. A. Baumann, Stuttgart, ist schon in Heft 22 S. 551 abgedruckt. Im Anschluß hieran machte Prof. Dr.-Ing. W. Hoff, Adlershof, einige Bemerkungen zu dieser technischen Richtung an der Hand von ausgewählten Beispielen aus dem Flugzeugbau.

Wem der Leichtbau zum täglichen Brot geworden ist, der empfindet leider immer wieder, daß er sich nicht so durchgreifend anwenden läßt, wie das gesteckte Ziel es verlangt. Bei Flugzeugen von kleinen Abmessungen setzt die Handhabung im Betrieb und beim Versand Grenzen, die durch Anforderungen an die Festigkeit infolge der Flügelbeanspruchung noch nicht erreicht werden. Erst bei größeren und den ganz großen Flugzeugmustern kommt der Leichtbau vollauf zur Geltung. Bei diesen muß man den Leichtbau auch mit voller Strenge durchführen, da bei der Vergrößerung von Flugzeugen das Verhältnis von Nutzlast zum Flugzeugeigengewicht ungünstiger wird, wenn man nicht zu Flugzeugen übergeht, bei welchen die Belastung der Flügel nicht mehr vorwiegend in der Mitte angreift, sondern über die Flügelbreite verteilt ist. Die Segelflugzeuge, die in der Ausstellungshalle Hannover aufgehängt waren, entsprechen nur zum Teil der höchsten Entwicklung des Leichtbaues. Er ist für wichtige Bauteile dieser Flugzeuge, insbesondere für die Flügelholme, durchgeführt, aber z. B. nicht mehr für die Flügelrippen, denen die Aufgabe zufällt, dem Flügelquerschnitt Gestalt zu geben und die Stoffhaut zu tragen.

RZ546Z1

Abb. 5. Flügelanschluß mit Rippe.

Der Kriegsflugzeugbau gestattet gegenüber dem Verkehrsflugzeugbau eine erweiterte Anwendung des Leichtbaues, da hier geringe Baukosten nicht so wichtig sind. Die Notwendigkeit, eine große Stückreihe desselben Baumusters für die Truppe bereitzustellen, gibt ferner die Möglichkeit, geeignete Vorrichtungen auszubilden und für Erzielung größerer Leichtigkeit zu verwenden. Hiermit können großen Aufwand an Arbeitszeit erfordernde Bauteile verbilligt werden.

Die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin-Adlershof hat die Sorge über den Grundstock eines reichhaltigen Museums übernommen, das die Entwicklungsgeschichte der Kriegsflugzeuge enthält, aber der hohen Kosten wegen noch nicht aufgestellt werden konnte. An den Stücken dieser Sammlung läßt sich auch die Entwicklung des Leichtbaues während der Kriegsjahre verfolgen.

Die Erzeugnisse deutscher Flugzeugwerke sind von dem deutschen Rohstoffmarkt und dem Können der Arbeiterschaft abhängig. In den Vereinigten Staaten von Amerika hat der Le[illegible] bau eigene Wege eingeschlagen. Als Beispiele mögen di[illegible] Abb. 5 und 6 wiedergegebenen Einzelheiten eines Flugzeuges [illegible] Glenn L. Martin Co. in Cleveland, Ohio, dienen.

Besonders bemerkenswert scheint, daß die Handarbeit [illegible] ein Mindestmaß beschränkt ist. Dies war dadurch möglich, [illegible] die Knotenpunkte nicht wie bei uns durch Verschweißen [illegible] Vernieten, sondern unter weitgehender Anwendung von [illegible] stücken aus einer Aluminium-Silizium-Legierung hergestellt [illegible] den. Die amerikanische Legierung hat eine Zugfestigkeit [illegible] 20 kg/mm² und eine Dehnung von 5 bis 8 vH.

Wer sich als Ingenieur dem Leichtbau widmet, vers[illegible] leicht, dem allgemeinen Maschinenbau, dem er seine Ausbil[illegible] verdankt, die neue Richtung als vorbildlich zu empfehlen. [illegible] Verwendungsgebiete des Leichtbaues sind aber wohl noch [illegible] genügend erschlossen.

Dr. Rudolf Wagner, Hamburg, wies sodann darauf [illegible] daß der Begriff „Leichtbau" sich nicht nur auf die günst[illegible]

RZ546Z2

Abb. 6. Rumpfvorderteil.
a Knotenpunkte aus Gußteilen.

Auswahl und Anordnung des Stoffes zur Aufnahme eines [illegible] gebenen Kraftsystems oder Energieflusses beschränken, son[illegible] eine erweiterte Deutung erfahren solle, indem auch eine [illegible] minderung des Stoffaufwandes, z. B. durch von vornherein [illegible] stigere Gestaltung des Kräftesystems oder Verkleinerung [illegible] bessere Ausnutzung des Energieflusses sowie geschickte bau[illegible] Durchbildung und Vereinigung aller der vorgenannten Gesi[illegible] punkte anzustreben sei. Also Grundsätze, die sich etwa [illegible] den Begriff „wirtschaftlicher Leichtbau" zusammenfassen la[illegible] und nicht immer eine Verteuerung des Gebildes bedingen. [illegible] Anwendung dieser Grundsätze auf dem Kraftmaschinengebie[illegible] die von ihm vorzugsweise für Luftfahrzwecke entwickelte [illegible] Hochdruckturbinenanlage, insbesondere deren Kessel, indem [illegible] eine gewisse Beschränkung in der Leistung, ferner durch [illegible] stige Gestaltung des Gasweges usw. von vornherein eine we[illegible] liche Gewichtsverminderung gegenüber ähnlichen Kesselbau[illegible] erreicht, z. B. das Gewicht der leichtesten jetzigen Dampfan[illegible] von Torpedobooten von etwa 15 kg/PS bei Einhaltung übl[illegible] Sicherheitsziffern auf etwa 3 kg/PS herabgedrückt würde, [illegible] man hier von Leichtbau in hochentwickelter Form spr[illegible] könne. Als ein weiteres Anwendungsbeispiel solcher Grund[illegible] auf dem Gebiet des Eisenhochbaues und Eisenbahnwesens [illegible] der Redner ein von ihm entwickeltes Schwebebahnsystem [illegible] Luftschraubenantrieb der Wagen vor.

Prof. Dr. Everling, Berlin, teilte noch mit, daß [illegible] sichtigt sei, eine Leichtbautagung abzuhalten.

Sodann hielt Prof. Dr.-Ing. A. Pröll, Hannover, d[illegible] Heft 22 S. 557 veröffentlichten Vortrag über Wissensch[illegible] liche Grundlagen und Aussichten des mo[illegible] losen Fluges, der sich auch auf eigene Beobachtunge[illegible] legentlich der letzten Segelflugwoche in Rositten, Ostpre[illegible] stützte, und mit großem Beifall aufgenommen wurde. [B 546]

Der Groß-Berliner Verkehr.

Von Stadtbaumeister Brömstrup, Berlin.

Ausbau, Organisation und Verwaltung des Groß-Berliner Verkehrs unter Berücksichtigung neuzeitlicher technischer und wirtschaftlicher Notwendigkeiten.

Die Zusammenballung der Industrie und des geschäftlichen Lebens, die wiederauflebende Bautätigkeit und zunehmende Bevölkerungsdichte in Groß-Berlin werden in nächsten Jahren an den Verkehr ungeahnte Anforderungen len, für deren Befriedigung der Techniker wie auch der Komalpolitiker und der Volkswirtschaftler besonders im Hinblick die fortschreitende Steigerung der Verkehrsunfälle jetzt schon sorge treffen muß. Dabei wird zu berücksichtigen sein, daß

Abb. 1. Anlage von Straßenschnellbahnen und entsprechenden Baublocks.

lge der überaus schnellen Entwicklung Groß-Berlins als Welt t dem elektrischen Schnellverkehr die höchste Bedeutung zumt. Seine Förderung durch Ausbau des Betriebsnetzes soll er zunächst erörtert werden. Die aus dem Sachverständigenchten voraussichtlich auf ein Menschenalter sich ergebende nzielle Belastung der deutschen Volkswirtschaft wird die inige Anwendung der Hoch- und Untergrundbahnen zum Aus des Schnellbahnnetzes von selbst verbieten. Ihre Anwendung nur auf das notwendige Maß beschränkt bleiben müssen; egen läßt sich der Ausbau durch Einführung Flachbahnen ganz bedeutend fördern. Die tschaftlichen Ersparnisse ergeben sich aus ender Zahlengegenüberstellung: Vor dem ege kostete 1 km Untergrundbahnstrecke sschließlich Betriebsmittel, Kraftwerke und riebswerkstätten) je nach den zu überwinden Bauschwierigkeiten rd. 3 bis 10 Mill. ., 1 km Hochbahnstrecke rd. 2 bis 3 Mill. Gm., Flachbahnstrecke dagegen etwa 150 000 Gm. auf allen Wirtschaftsgebieten hervorgene Preissteigerung hat auch hier ihren Ein ausgeübt; trotzdem ist das Verhältnis der kosten zueinander annähernd gleich geben.

ie Flachbahn kann als S t r a ß e n s c h n e l l h n ausgebildet werden, Abb. 1. Diese art ermöglicht durchgehenden Zugverkehr gleicher Geschwindigkeit auf dem Schnellnnetz und hat überhaupt mit der jetzigen nellbahn die Betriebsweise, besondere Rege der Zugfolge, das Signalwesen, sowie bedere abgeschlossene Bahnsteige mit Sper gemein. Das Betreten oder Befahren des nkörpers wird durch Abschließung mittels nder Hecken oder Gitter vom übrigen ßenraum verhindert.

bb. 2 zeigt einen Vorschlag für einen weite Ausbau des Schnellbahnnetzes. Mit ganz ngen technischen Schwierigkeiten, die geüber dem gesamtverkehrlichen und volkstschaftlichen Vorteil bedeutungslos bleiben, l unter Berücksichtigung der zukünftigen tschaftslage folgende Verlängerungen der beenden Strecken möglich.

A. S ü d l i c h e V e r l ä n g e r u n g e n.

1. Kurfürstendammlinie bis Henriettenplatz als Hochbahn und bis Roseneck als Flachbahn.
2. Thielplatz bis Zehlendorf-West.
3. Schöneberger Bahn vom Bahnhof Hauptstraße bis Lichterfelde, Wismarer Straße in Flachbahnform mit kurzer Untergrundbahnstrecke am Handjeryplatz.
4. Nordsüdbahn von Belle-Alliance-Straße über Tempelhof bis Mariendorf-Süd.
5. Schnellbahn Gesundbrunnen-Neukölln zunächst als Untergrundbahn bis Münchener Straße, dann als Hochbahn bis Ringbahnhof Hermannstraße und als Flachbahn bis Britz-Süd. (Voraussetzung hierfür ist selbstverständlich zunächst die Fertigstellung und Inbetriebnahme der Stammstrecke Gesundbrunnen-Neukölln).

B. N ö r d l i c h e u n d ö s t l i c h e V e r l ä n g e r u n g e n.

1. Spandauer Linie von Stadion über Rathaus Spandau bis Spandau, Düppelplatz. Nach Kreuzung der Havel in Hochbahnform und Unterfahrung der Staatsbahngleise wird die Linie wieder als Flachbahn fortgeführt.
2. Wilhelmplatzlinie bis Ringbahnhof Jungfernheide als Hochbahn und weiter bis Siemensstadt als Flachbahn.
3. Nordsüdbahn über Wittenau bis Tegel.
4. Schnellbahn Gesundbrunnen-Neukölln als Hochbahn bis Christianiastraße und bis Reinickendorf-Rosenthal als Flachbahn.
5. Nordring bis Pankow, Breite Straße, als Hochbahn, von da ab bis Nordend als Flachbahn.
6. Abzweigung von Klosterstraße über Königstor bis Weißensee mit weiterer Abzweigung von Königstor über Ringbahnhof Landsberger Allee bis Rathaus Hohenschönhausen.

   Zwischen Klosterstraße und Königstor wäre diese Strecke wegen der nicht ausreichenden Breite der Königstraße als Untergrundbahn auszubilden. Von Königstor bis kurz vor der Ringbahn werden beide Abzweigungen als Hochbahnen und weiter bis zu den Endpunkten als Flachbahnen vorgesehen.
7. Alexanderplatz bis kurz vor Ringbahnhof Frankfurter Allee teilweise als Untergrund- und Hochbahn und weiter über Vorortbahnhof Lichtenberg-Friedrichsfelde bis Friedrichsfelde, Ausfallstraße, als Flachbahn.

Abb. 2. Vorschlag für einen weiteren Ausbau des Schnellbahnnetzes in Groß-Berlin.

Abb. 3. Ausfallstraße mit Straßenschnellbahn auf freier Strecke.

Abb. 4. Ausfallstraße mit Bahnhof der Straßenschnellbahn.

Abb. 3 und 4. Vorschlag für die Aufteilung einer 33,9 m breiten Berliner Ausfallstraße mit Straßenschnellbahn und seitlicher Straßenbahn.

Das in Betrieb befindliche Schnellbahnnetz umfaßt jetz rd. 46 km; dazu kommen noch die im Bau befindliche fast 2 km lange Verstärkungslinie zwischen Gleisdreieck und Wittenbergplatz und die Südstrecke der Nordsüdbahn bis zum Ringbahnhof Neukölln mit rd. 4 km, die Anfang 1925 betriebsfertig hergestellt sein wird. Im ganzen werden dann fast 52 km im Betrieb sein. Mit Ausführung vorgenannter Erweiterungen einschl. der Schnellbahn Gesundbrunnen-Neukölln würde das Schnellbahnnetz um rd. 93 km, d. h. um fast 180 vH seines jetzigen Umfanges zunehmen.

Für die Anlage von Straßenschnellbahnen können ohne weiteres die an sich verkehrsarmen Mittelpromenaden in Anspruch genommen werden, Abb. 3 und 4. Der Fußgängerverkehr wird dann auf die noch aufnahmefähigen seitlichen Bürgersteige verwiesen. Übrigens gestattet die von der Straßenschnellbahn beanspruchte Breite für den Bahnkörper die spätere Umwandlung in eine Untergrundbahn, so daß in dieser Hinsicht keine späteren technischen Schwierigkeiten zu erwarten sind.

Der Fahrverkehr aus den Seitenstraßen überquert die Straßenschnellbahn in der Nähe der Haltestellen, wobei je nach Verkehrsstärke die Bahn die Querstraße im Niveau kreuzt oder unter- bzw. überführt wird. Fußgängertunnel bzw. Überführungen vermitteln den Gehverkehr in der Querrichtung der Ba[hn]. Bei Niveaukreuzung der Bahn mit der Querstraße bes[teht] immerhin die Möglichkeit, daß das Überqueren der Strecke du[rch] schwerfällige Fuhrwerke, wie Möbelwagen und dergleichen, o[der] sonstige Vorkommnisse die sofortige Weiterfahrt des Schnellba[hn]zuges hindern. Für diesen Fall wird eine entsprechende größ[ere] Haltezeit, etwa 1½ bis 2 min, im Fahrplan vorgesehen. Dadurch v[er]mindert sich allerdings die Reisegeschwindigkeit der Bahn, [was] aber gegenüber den sonstigen Vorteilen, besonders der schnelle[n] Erreichung des Zieles von den Fahrgästen gern in Kauf geno[m]men wird.

Da erfahrungsgemäß der Verkehr mit der Entfernung v[om] Innern der Großstadt allgemein abnimmt, wird eine allzu häuf[ige] Berg- und Talfahrt dadurch vermieden, daß in den vom St[adt]innern entfernt liegenden Ortsteilen eine Niveaukreuzung [der] Bahn mit der Querstraße, etwa nach Abb. 5, zugelassen w[ird], während in den verkehrsreicheren Gegenden, also mehr st[adt]seitig, die Haltestelle mit Bahnunter- bzw. -überführung [an]gelegt wird. Abb. 6 zeigt eine Haltestelle der Straßenschnellba[hn] mit schienenfreier Straßenkreuzung.

Abb. 1 veranschaulicht bereits, wie bei späterer Bebau[ung] weiterer Stadtviertel und Anlage einer Straßenschnellbahn auf [die] Abmessung der Baublocks und entsprechende Querverbindu[ngen] für den Fußgängerverkehr zweckmäßig Rücksicht genom[men] wird. Die Anordnung hat den weiteren Vorteil, daß der so aus den zwischen zwei Haltestellen liegenden Seitenstra[ßen] kommende Fuhrverkehr erst am Kreuzungspunkt der Bahn i[n] der Querstraße in Erscheinung tritt, so daß der Straßenzug, [in dem] die Straßenschnellbahn liegt, vom Verkehr entlastet wird.

Welche von den geschilderten Möglichkeiten zu wählen [ist], wird zweckmäßig durch Aufstellung entsprechender Vergleic[hs]entwürfe nachgewiesen. Neben den bereits heute im großstä[dti]schen Verkehr angewendeten akustischen Signalen werden [bei] weiterer Verkehrssteigerung späterhin auch die optischen Sign[ale] notgedrungen zur Einführung gelangen müssen. Beide Arten [er]scheinen sehr zweckmäßig besonders zur Verkehrsregelung [an] Bahnübergängen in Straßenhöhe.

Die ausschließlich örtlichen Verkehrsinteressen dienen[den] Stadt-, Ring- und Vorortbahnen können ihrer heutigen Betrie[bs]weise nach nicht als Schnellbahnen angesehen werden. [Der] schwerfällige Betrieb mit Dampf paßt auch nicht in [das] moderne Städtebild hinein. Die starke Entwicklung von Ra[uch] und Schmutz wirkt belästigend und gesundheitstörend. Von [der] Reichsbahnverwaltung ist ihre Elektrisierung seit längerer [Zeit] geplant; jedoch konnte dieser Gedanke wegen Mangels an G[eld]mitteln noch nicht verwirklicht werden. Nach ihrer Elektri[sie]rung bilden die Stadt-, Ring- und Vorortbahnen, wenn die U[m]- und Ergänzungsbauten am Bahnkörper soweit fortgeschritten si[nd], daß ihr Betrieb unabhängig vom Fern- und Güterverkehr [er]folgen kann, zweifellos eine wichtige Ergänzung zu dem jetzi[g] auszubauenden Schnellbahnnetz mit elektrischem Betrieb.

Dem Verkehrsbedürf[nis] der vom Innern Berlins [ent]gelegenen Stadtgegen[den] wird durch Einführ[ung] kürzerer Züge und ents[pre]chend dichterer Zugf[olge] viel besser entsprochen, [als] es jetzt der Fall ist. [Die] enge Verschmelzung [mit] den elektrischen Sch[nell]bahnen zu einem ein[heit]lichen Schnellverkehrs[netz] findet ihren höchsten A[us]druck in der Schaffung [von] Umsteigemöglichkeite[n], ohne daß der umsteige[nde] Fahrgast die Sperrkontr[olle] passieren muß.

Als Zubringer für [die] Schnellbahn ist die sch[nell]fahrende Straßenbahn, [kur]zer Schnellstraße[n]bahn benannt, zu verw[en]den. Diese Flachb[ahn] ähnelt der gewöhnlic[hen] Straßenbahn in ihrer [Be]triebführung, Zugabf[erti]gung und sperrenlo[sen] Anlage der Haltestellen. [Da] sie ebenfalls auf beso[nde]rem, vom Straßenraum [ge-]

Abb. 5. Bahnhof einer Straßenschnellbahn mit Seitenbahnsteigen.

Abb. 6. Bahnhof einer Straßenschnellbahn mit Mittelbahnsteig und schienenfreier Straßenkreuzung.

chlossenen Bahnkörper liegt, Abb. 3 und 4, entwickelt sie fast gleiche Geschwindigkeit wie die Schnellbahn. Abb. 5 zeigt den twurf eines Bahnhofes einer Straßenschnellbahn mit Seitenbahngen, Abb. 6 bis 8 denjenigen eines Bahnhofes mit Mittelbahnsteig.

Der weitere Ausbau des Schnellbahnnetzes ist lediglich eine stenfrage. Weder die Stadt Berlin, welche unter äußerster Annnung ihrer finanziellen Kräfte den Weiterbau der Nordsüdn zu betreiben bemüht ist, noch die Reichsbahnverwaltung, che nicht einmal die Elektrisierung der Stadt-, Ring- und Vorahnen aus eigenen Mitteln durchführen kann, noch die Bebsgesellschaft der Berliner Elektrischen Hoch- und Unterndbahnen dürften in der Lage sein, allein den Ausbau des vorchilderten Schnellverkehrsnetzes finanziell durchzuführen. Hier t der Gedanke nahe, zur Behebung der Geldschwierigkeiten Bau- und Betriebsgesellschaft unter Zuziehung kapitalkräfr Finanzgruppen zu bilden, in die die jetzige Betriebsgesellaft der Berliner Elektrischen Hoch- und Untergrundbahnen geht und in welcher sowohl das Reich als Eigentümer der dt-, Ring- und Vorortbahnen, als auch die Stadt Berlin je nach Umständen beeinflussend vertreten sind. Da diese Gesellaft gleichfalls den Bau und Betrieb von Straßenschnellbahnen Schnellstraßenbahnen übernehmen soll, bezeichnet sich diese e Gesellschaft zweckmäßig kurz als: „Gesellschaft für Berr elektrischen Schnellverkehr". Die Betriebsübertragung der lt-, Ring- und Vorortbahnen an diese neu zu gründende Geschaft statt an die auf Grund des Sachverständigengutachtens lante Reichsbahngesellschaft wird infolge der lokalen Verrsbedeutung dieser Bahnen für Groß-Berlin durchaus notdig. Bekanntlich hat die Reichsbahngesellschaft nur geschäfte Bestrebungen zu verfolgen, hauptsächlich um den ihr zuachten Anteil an den jährlichen Reparationszahlungen aufzugen. In der Folgezeit wird insbesondere die Stadt Berlin er Frage ihre ganze Aufmerksamkeit zu widmen haben.

Die Allgemeine Berliner Omnibus-A.-G. hatte anfangs gust d. J. 9 Stadt- und 3 Vorortlinien, also im ganzen 12 Linien Betrieb, die dem Verkehrsbedürfnis bereits jetzt in keiner Weise gügen. Schon die vom Schienenweg vollkommen unabhängige riebsführung, die besonders zur Vermeidung von Verkehrsällen und -stockungen das notwendige Umfahren von Verrshindernissen gestattet, sollte dazu führen, das Autobusnetz estgehend auszubauen. Die für den Fahrgast bequemere Mögkeit des Ein- und Aussteigens in der Nähe des Bürgersteiges mindert im höchsten Maße die Gefahrpunkte, die besons durch die Straßenbahn mit ihren in der Mitte des Fahrmes liegenden Haltestellen bei starkem Fuhrverkehr und Ang zur Straßenbahn hervorgerufen werden. Der Wettbewerb er Unternehmungen besonders im gegenseitigen Abfangen des kehrs an den zusammenliegenden Haltestellen trägt noch zur gerung dieser Gefahrquellen bei.

Im allgemeinen Verkehrsinteresse muß daher die Einschräng und zukünftige Ausschaltung eines Verkehrsmittels, und zwar diesem Falle der den modernen Anforderungen einer Weltt nicht mehr entsprechenden Straßenbahn im innerstädtischen kehr gefordert werden. Die schnelle Entwicklung der Weltt Berlin bringt es mit sich, daß der Straßenbahn die Verganheit, dem Autobus dagegen die Gegenwart und Zukunft gehört.

In erster Linie hat der Verkehr ein volkswirtschaftliches und llschaftliches Bedürfnis zu befriedigen, in zweiter Linie den häftlichen Vorteil des Verkehrsunternehmens. Daraus ersich die Notwendigkeit, auch den Wettbewerb mehrerer chartiger Unternehmungen mit Rücksicht auf die öffentliche kehrssicherheit auszuschalten. Es darf nicht ohne weiteres attet werden, daß sich bei Einschränkung und späterer Ausaltung des innerstädtischen Straßenbahnverkehrs weitere Oms- oder sonstige Gesellschaften bilden; es sei denn, daß jeder llschaft getrennte Straßenzüge zur Befriedigung des Verrsbedürfnisses zugewiesen werden.

Durch Ausbau des Schnellbahnnetzes, Verdichtung des Zugehrs, Einführung der Schnellstraßenbahn und weitere Entklung des Kraftautobusnetzes wird der Anteil der Straßenn am Gesamtverkehr gleich Null. Ihr muß daher zu ihrer nutzung eine andere volkswirtschaftliche Aufgabe zugewiesen den, nämlich die Güterbeförderung. Die Vorteile dieser Art erbeförderung dürfen, da sie hauptsächlich während der Nacht in den Frühstunden stattfindet und den Straßenverkehr vom tkraftwagenverkehr in ganz erheblichem Maße befreit, nicht erschätzt werden. Der notwendigerweise am Tage stattfindende ßenbahngüterverkehr ist im Vergleich zum übrigen Straßenkehr so minimal, daß sich der ganze Tagesverkehr auch gerlos und freier entfalten kann. Vorwiegend wird es sich n Straßenbahn-Güterverkehr um die Verteilung der auf den einzelnen Güterbahnhöfen und auf den Wasserstraßen ankommenden Güter auf die einzelnen Stadtgegenden handeln. Durch Mitwirkung der an diesem Güterverkehr beteiligten Spediteurkreise bei dem neu zu gründenden Straßenbahn-Transportunternehmen wird die Aufbringung der erforderlichen Kosten für die notwendigen Gleisanschlüsse auf den Bahnhöfen, Ladestraßen und nach den Häfen gesichert.

Auf den Außenstrecken der Straßenbahn kann unbedenklich gemischter Betrieb, d. h. Personen- und Güterbeförderung durchgeführt werden; dadurch wird erreicht, daß diese Strecken sich bedeutend wirtschaftlicher gestalten. Mit Bezug auf die Personenbeförderung gilt die Straßenbahn dann als Zubringer für den Autobus. Um dem Fahrgast doppelte Fahrtauslagen zu ersparen, wäre Umsteigeberechtigung vorzusehen. Überhaupt ist die Durchführung der Tarifgemeinschaft mit einmaliger Umsteigeberechtigung auf allen Nahverkehrsmitteln eines der wichtigsten verkehrs- und allgemein volkswirtschaftlichen Erfordernisse. Sie muß, sofern auf dem Verhandlungswege mit den Verkehrsgesellschaften eine Einigung nicht erzielt werden kann, durch obrigkeitliche Maßnahmen erzwungen werden.

Abb. 7. Schnitt $a - b$.

Abb. 8. Schnitt $c - d$.

Abb. 7 und 8. Querschnitte eines Bahnhofes nach Abb. 6.

Der allgemeine volkswirtschaftliche Nutzen dieser Anregungen liegt, wenn sie großzügig und planvoll durchgeführt werden, hauptsächlich in der Erhöhung der Steuereinkünfte und Verkehrsabgaben an die Stadt Berlin sowie in der starken Zunahme der Beschäftigungs- und Erwerbsmöglichkeiten.

Die großzügige und planvolle Durchführung dieser Anregungen erfordert aber gleichfalls eine zweckmäßige Organisation und Zusammenfassung der technischen Zentralverwaltungen der Stadtgemeinde Berlin. Schon aus dem Gesagten geht hervor, in welchem Maße die Verkehrsanlagen die Art und den städtebaulichen Charakter eines Stadtgebietes zu beeinflussen imstande sind. Die Erschließung bebauter und unbebauter Stadtgebiete durch den Verkehr ist z. B. eine der wichtigsten wohnungspolitischen Voraussetzungen. Wirtschaft, Verkehr und Städtebau sind untrennbar. Die Fachwelt versteht unter Städtebau die organisatorische Zusammenfassung aller hoch- und tiefbautechnischen, verkehrstechnischen und volkswirtschaftlichen Arbeiten. Die infolge der Abbauverordnung notwendigen Einschränkungen und Umorganisationen auf allen technischen Arbeitsgebieten ermöglichen es der Stadtverwaltung, hierauf Rücksicht zu nehmen. Verkehrs- und Städtebauamt in einem zentralen Stadtbauamt zusammengefaßt, dürfte im Zusammenwirken mit dem bereits vorhandenen, selbständigen Tiefbauamt allen technischen und wirtschaftlichen Erfordernissen der Stadtgemeinde gerecht werden. [B 421]

Ernst Eppner †.

Mit Eppner haben Industrie und Wirtschaft in Bayern einen Führer klarsten Verstandes, wärmsten Fühlens für Volk und Staat und starker Entschlossenheit verloren. Diese Worte schrieb der Reichswirtschaftsminister Hamm dem Bayerischen Industriellen-Verband aus Anlaß des am 29. Juli erfolgten Ablebens Ernst Eppners. Ein früher Tod hat dem arbeitsreichen Leben des durch sein Wirken weit über die Grenzen Bayerns hinaus bekannten Mannes ein jähes Ende bereitet. Mit Eppner ist eine jener ungewöhnlichen, innerlich starken, fein ausgebildeten und gefestigten Persönlichkeiten dahingegangen, an denen nicht nur die jetzige Zeit arm ist.

Ernst Eppner war ein Ingenieur von durchaus neuzeitlicher Einstellung und Geistesrichtung. Ihm, der zu seinem Beruf geboren, war Lebensinhalt, was tiefe wissenschaftliche Erkenntnis und starkes menschliches Empfinden ihm vorschrieben. Angehörige aller Kreise und Klassen holten sachlichen und menschlichen Rat von diesem Ingenieur, dem die Technik höchstes Mittel zur Befreiung des Menschen von allem Mechanischen und Lästigen war. Für Eppner war die Technik Kultur- und Zivilisationsfaktor, die Industrie sollte nach seiner Meinung Dienerin der Technik sein. Er war Ethiker der Technik und wurde deswegen nicht verstanden von jenen, die Technik und Ingenieurkunst nur als Ausbeutungsgegenstand für das Kapital betrachten. Doktrinen abhold, war er warmer Freund der Arbeiter und Angestellten, jedoch ließ er nur die Leistung gelten und forderte von allen aufrichtige Mitarbeit am Unternehmen, das ihm Glied am Volksganzen war. Von strengem und diszipliniertem Aussehen und Auftreten, innerlich von unübertrefflich menschlichem und freundlichem Empfinden beseelt, war Eppner eine im öffentlichen und privaten Leben hervorragende Erscheinung. Die Schlichtheit und Wucht seiner mit feinem Humor durchsetzten Reden wurden Ereignis, und es ist nicht verwunderlich, daß dieser Mann überall begehrt wurde, wo im öffentlichen wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und staatlichen Interesse grundlegende Aufgaben von besonderer Bedeutung zu lösen waren.

Innerlich tief religiös veranlagt, war er frei von Vorurteilen und sah im Menschen nur die Persönlichkeit. Sein Bekenntnis zum Reich war stark, überzeugend und von höchster Wirksamkeit gegen separatistische Strömungen. Je schwerer er unter der Not des Vaterlandes litt, desto energischer ging er an seine Arbeit. Sein Glauben an die Zukunft Deutschlands war begründet durch den Glauben an die Leistungen jedes einzelnen Staatsbürgers. In der Zusammenfassung all dieser Einzelleistungen sah er die Gewähr für die langsame, aber sichere Befreiung unseres Vaterlandes vom schimpflichen Joch.

Ernst Eppner wurde 1878 in Augsburg geboren, wo er das Realgymnasium absolvierte. 1902 beendete er das Stud an der Technischen Hochschule in München und trat nach endigung seiner Dienstzeit im Eisenbahnbataillon München bei Aktiengesellschaft für elektrische Unternehmungen ein. Von bis 1914 war er Gesellschafter, Direktor und zuletzt Aufsicht vorsitzender der Isolatorenwerke in Gräfelfing, die er mit ein Arbeiter begründet hatte und zu hoher Entwicklung füh 1910 übernahm Eppner die Vertretung der Fried. Krupp A. Essen, des Stahlwerkes An der Friedrich-Alfred-Hü Rheinhausen, und der Ger niawerft Kiel für Bayern. bis 1916 leistete er als Fr offizier des Eisenbahn-Ba lons München Dienste in Fr reich und Serbien und zeich sich durch Tapferkeit 1916 wurde er aus Anlaß Gründung der Bayerischen schützwerke Fried. Kr Komm.-Gesellschaft, spä Bayerischen Maschinenfa Komm.-Gesellschaft Freim nach München zurückbert Eppner hat hervorragenden teil an dem organisatorisc Aufbau dieses Werkes geb das das Musterbeispiel e neuzeitlichen Betriebes 1920, als die Werkstätte andern Besitz übergingen, mete er sich weiterhin Wahrnehmung der Krupps Belange in Bayern. Er w außerdem Bevollmächtigter Dübelwerke, Berlin. Ep war Mitgründer der Indus Süddeutschen Gesellschaft industrielle Unternehmu der Leichtmetall-Studien- Verwertungs-Gesellschaft, wie der Continentalen Aktie sellschaft für Sauerstoffma nen, sämtlich in München

Eppners öffentliches Wi erhellt aus der Überna zahlreicher Ehrenämter, Präsidialmitglied des Ba schen Industriellenverbandes, Vorstand des Handelsvereines, glied des Kuratoriums der Handels-Hochschule München und Deutschen Hochschule für Politik in Berlin, Beiratsmitglied Auswärtigen Amtes, der Außenhandelsstelle München, Sc führer des Vorstandsrates des Deutschen Museums u. a. m.

Sein Tod ist ein schwerer Verlust für den Bayerischen zirksverein Deutscher Ingenieure, dessen langjähriger er reicher Vorsitzender er war, und für den Hauptverein, de ihm ein tätiges und stets arbeitsfreudiges Mitglied des Vorsta rates verloren hat. Um Eppner trauern viele ihm aufrichtig gebene Freunde, seine Frau und vier Kinder in jugendli Alter, denen er in Liebe ergeben war. Die Fried. Krupp A verliert in ihm einen treuen, von ihren Leistungen begeist Mitarbeiter. Mögen Deutschland viele Männer, die Ernst Ep gleichen, erstehen, und mögen die deutschen Ingenieure sic seinem Wirken ein Vorbild nehmen! Dann wird es gut Deutschlands Wohlfahrt und Zukunft stehen. [P 59

Bayerischer Bezirksverein deutscher Ingenieu

Eugen Dyckerhoff †.

Im hohen Alter von achtzig Jahren schied am 4. August 1924 Eugen Dyckerhoff aus dem Leben. Bis zum letzten Augenblick arbeitete er rastlos mit an der Weiterentwicklung der von ihm mitbegründeten Firma Dyckerhoff & Widmann A.-G., der er von ihrer Gründung im Jahre 1907 bis jetzt als Vorsitzender des Aufsichtsrates angehörte.

Das Leben Eugen Dyckerhoffs ist ein Beweis dafür, wie kaufmännische Grundausbildung, gepaart mit gutem technischen Verständnis, befruchtend auf die Ausgestaltung und Lösung technischer Fragen einwirken kann. In der Zementfabrik seines Vaters sammelte der Verblichene seine ersten technischen Erfahrungen; Reisen ins Ausland trugen zur Erweiterung dieser Kenntnisse bei. Schon als 22jähriger war Eugen Dyckerhoff mit der Leitung der neueingerichteten Zementwarenfabrik in Karlsruhe betraut worden. Seiner unermüdlichen, vor keiner Schwierigkeit zurückschreckenden Schaffenskraft gelang es die Werke, die ihm unterstanden, auf eine ansehnliche Höhe zu brin Er gab den Antrieb zu immer neuen Fortschritten, und ihm ist danken, daß nicht nur seine Firma, sondern auch die gesamte Zem und Betonindustrie sich so außerordentlich schnell entwickelt hat. sonders in seiner Eigenschaft als Vorsitzender des Deutschen B vereines, welches Amt er von 1899 bis 1911 innehatte, hat er sich die wissenschaftliche und praktische Förderung des Beton- und E betonbaues hervorragende Verdienste erworben, weshalb ihn dieser ein zu seinem Ehrenvorsitzenden ernannte. Die Verleihung der W eines Dr.-Ing. ehrenh. im Jahre 1911 und die Ernennung zum Gehe Kommerzienrat waren weitere äußerliche Kennzeichen für die deutung dieses Mannes für Technik und Wirtschaft. [N 6

RUNDSCHAU.

Meßgeräte.

in neuer hydrostatischer Windmesser[1]).

Die rasche Entwicklung der Luftschiffahrt und des Flugwesens n neue Anforderungen an die Windmeßtechnik, insbesondere macht das Bedürfnis nach einem Gerät geltend, mit dem man die er und Stärke vorübergehender Änderungen der Winde, die mit Böen bezeichnet, mit ausreichender Genauigkeit festhalten kann. Mit Schalenkreuz- oder Flügelradanemometern mißt man nur mittlere geschwindigkeiten, während eine plötzliche Änderung der Geindigkeit in der Aufzeichnung dieser Apparate gar nicht oder doch unvollkommen zum Ausdruck kommt.

Den Anforderungen der Luftschiffahrt wird dagegen der hydrosta- Windmesser vollkommen gerecht.

Bringt man ein U-förmig gebogenes Glasrohr, dessen Enden recht- lig umgebogen sind, und das zum Teil mit Wasser gefüllt ist (Pitot-, so in einen Luftstrom, daß die umgebogenen Enden in der Stromng liegen, so bemerkt man in dem dem Luftstrom zugekehrten ein Absinken der Wassersäule, während diese im anderen Schenkel len gleichen Betrag ansteigt. Die Größe des Abstandes beider igkeitsspiegel ist abhängig von der geringeren oder größeren Windwindigkeit. Den in Millimeter ausgedrückten Flüssigkeitsabstand t man Geschwindigkeits- oder auch dynamischen Druck. Aus ergibt sich die Geschwindigkeit in m/s nach der Gleichung

$$v = \sqrt{\frac{p\,2\,g}{s}},$$

v die gesuchte Geschwindigkeit in m/s,
p den am Manometer in mm W.-S. abgelesenen Geschwindigkeitsdruck,
g die Erdbeschleunigung im m/s^2 und
s einen Festwert bedeuten.

Nach dieser Grundlage ist bereits eine Anzahl verschiedener Meße gebaut, die im Wasserbau, beim hydro- und aerodynamischen ichswesen, im Berg- und Hüttenbetrieb und in der Heizungs- und ingstechnik oft angewendet worden sind. Eine eingehende Unterıng der Wirkungsweise von Staugeräten hat Kumbruch gebracht chungsheft 240).

Für ortfeste Aufstellung im Freien zur Messung der Windgeschwinit haben diese Meßgeräte eine zweckentsprechende Form erhalten, achstehend beschrieben werden soll:

Auf einem Turm oder Gerüst wird der in Abb. 1 im Schnitt darllte Teil der Anlage aufgestellt. Dieser besteht aus einem Stau- (Pitotrohr), das mit einer Windfahne so verbunden ist, daß es mit r Öffnung stets gegen die Winrichtung gedreht wird.

Mit b und c ist das Staurohr bezeichnet, das, von der Achse h gen, an der Drehung der Fahne g teilnimmt. Die Bohrung in b steht d mit e in Verbindung. Der Ringschlitz c steht durch das Rohr a die mit Quecksilber gefüllten pneumatischen Kammern s und k mit dem Rohr f in Verbindung. Der Luftstrom trifft auf b, erzeugt einen Überdruck (dynamischen Druck), der sich bis e fortpflanzt und durch an e angeschlossene Röhren weitergeleitet werden kann.

[1]) Mitteilung aus den Werkstätten R. Fuess, Berlin-Steglitz.

Der an dem Ringschlitz c vorbeistreichende Strom erzeugt hier einen dem Druckzustand der umgebenden Luft gleichen Druck, der nicht von der Windgeschwindigkeit abhängig ist (statischen Druck). Die pneumatische Kammer i k ermöglicht den Anschluß fest verlegter Rohre an f und e ohne die freie Beweglichkeit der Fahne zu hemmen.

Das Anzeige- und Aufschreibgerät, Abb. 2, wird im Zimmer aufgehängt. Die Verbindung der Stauvorrichtung mit dem Anzeigegerät erfolgt durch zwei eiserne Rohre (Gasrohre) von etwa 13 mm l. W. Diese Leitung muß mit stetem Gefälle verlegt werden, damit das sich bildende Kondenswasser abfließen kann; an der tiefsten Stelle der Leitung wird in jedem Strang eine Abzapfstelle angebracht, um das Kondensat ablassen zu können.

Die Inneneinrichtung des Anzeigegerätes zeigt die Abb. 3. d ist ein Metallkessel, an dem sich die beiden Dreiweghähne e und f befinden, die zum Zweck gleichzeitiger Steuerung durch eine beide verbindende Lenkstange verbunden sind. Der Innenraum des Kessels ist bis zum Überlauf h mit Wasser gefüllt; in diesem schwimmt ein Tauchschwimmer c. Am oberen Ende der Schwimmerstange k sitzt ein Eisenstückchen, das zwanglos in dem in einer Metallabdichtung b eingesetzten Glasrohr a geführt wird. Die dynamische Druckseite des Staurohres wird an den Hahn f, die statische an e angeschlossen. Bei Druckzunahme steigt der Schwimmer c bis zu einem Gleichgewichtszustand zwischen Druck und Auftrieb an und hebt dabei auch das kleine Eisenstück, das einem an einem leichtbeweglichen Wagebalken angeschraubten permanenten Magneten o als Anker dient. Da das Wagesystem sehr empfindlich ist, so folgt der Wagebalken aufs Genaueste den Schwimmerbewegungen. Ein am Wagebalken sitzender Schreibhebel i bestreicht die Aufschreibtrommel l.

RZ502MZ2

Abb. 2. Anzeigegerät

Die Aufschreibeinrichtung setzt sich aus einem Uhrwerk und einer Papiervorschubeinrichtung zusammen, die zwei verschiedene Papiergeschwindigkeiten von 30 und 60 mm/h einzustellen gestattet. Obgleich aus der obenstehenden Formel hervorgeht, daß p mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst, ist es durch entsprechende Formgebung des Tauchschwimmers möglich gewesen, die Skala auf dem Aufschreibpapier mit gleichbleibenden Abständen einzurichten. Die Skala umfaßt die Geschwindigkeiten von 0—40 m/s. In Abb. 4 ist eine Originalaufzeichnung dieses Gerätes in $^2/_5$ natürlicher Größe wiedergegeben. Die Aufzeichenlinie zeigt ungleich vollkommener den wechselnden Verlauf der Windgeschwindigkeit, als dieses bei einem Schalenkreuzanemometer möglich wäre; diese Erscheinung ist ohne weiteres verständlich, wenn man die Massenbeschleunigung eines Schalenkreuzes bei Geschwindigkeitszu- oder -abnahme mit der geringen Massenverschiebung der Luftsäule im Staurohr vergleicht. Es findet nur ein geringes Verschieben, aber kein Durchfließen der Luft in den beiden Röhren statt.

Die Länge des Papierstreifens beträgt rund 45 m, die bei andern Geräten täglich notwendig werdende Neuauflegung des Aufzeichenblattes fällt hier fort. Die mittlere Geschwindigkeit in m/s wird durch Planimetrieren gefunden.

Die Aufstellung des Meßgerätes kann verschieden ausgeführt werden. In den meisten Fällen wird sich die Möglichkeit bieten, das Staugerät auf einem Turm unter Verwendung eines eisernen Gerüstes aufzubauen. Ist ein turmartiger Aufbau vorhanden, so genügt ein Gerüst von etwa 3 bis 5 m Höhe; bei flachen Dächern dagegen muß das

Z24/361

Abb. 1. Teil des neuen hydrostatischen Windmessers im Schnitt.

Z24/362

Abb. 3. Inneneinrichtung des Anzeigegerätes.

Abb. 4. Originalaufzeichnung des hydrostatischen Windmessers in $^2/_5$ natürlicher Größe.

Abb. 5. Auswuchtgerät von Punga.

Abb. 6. Kräfteverhältnisse beim Auswuchten.

Staugerüst so hoch angebracht werden, daß eine merkliche Beeinflussung des Windstromes durch das eigene oder benachbarte Gebäude nicht vorhanden ist. Nach vorliegenden Erfahrungen ist eine Höhe von 7 bis 8 m über Dachoberkante als ausreichend anzunehmen. Für Aufstellungen im Freien sind Holzmasten mit Drahtversteifungen nach der Seite wegen der billigen Beschaffung besonders zu empfehlen. [M 502] E. Becker.

Maschinenteile.

Auswuchtgerät von Punga.

Auf zweierlei Art wuchtet man in der Praxis die umlaufenden Maschinenteile aus[1]). Einmal, indem man sie nur dem Erdschwerefeld aussetzt und durch Anbringen von Ausgleichgewichten an den Stirnflächen auswuchtet. Zweitens, indem man sie auf geeigneten Vorrichtungen, den Schwerpunktswagen, zum Umlaufen bringt und die dann auftretende Fliehkraftwirkung der unausgeglichenen Massen durch Gegengewichte ausgleicht. Diese letztere Art des Verfahrens, das dynamische Auswuchten, wird meist angewendet; bei schnellumlaufenden Teilen und langen Drehkörpern muß sogar unbedingt dynamisch ausgewuchtet werden, weil trotz statischen Ausgleichs im Erdschwerefeld bei der Drehung Momente auftreten, die beseitigt werden müssen. Leider jedoch fehlten der Praxis bisher solche Vorrichtungen, die es gestatteten, schnell und bequem während des Laufes die Größe und die Lage der anzubringenden Ausgleichgewichte zu erkennen.

Neuerdings aber ist ein Gerät von Franklin Punga ausgebildet worden, das jenen Anforderungen gerecht wird[2]). Das Verfahren besteht darin, daß durch ein statisches Auswuchten in der üblichen Weise zuerst der Schwerpunkt in die Drehachse verlegt wird. Die sodann dem System innewohnenden Momente können mit Hilfe de die Welle gesetzten Ausgleichapparates vernichtet werden.

Das Pungasche Gerät, Abb. 5, besteht aus zwei nebeneinand der Welle laufenden Scheiben (a und b), die in der Nähe ihres fanges je ein Gewicht c tragen. Durch Festhalten des Stiftes wirkt man, daß das Ritzel e stillsteht und auf ihm die beiden räder f und g, deren Achsen mit der drehenden Welle umlaufe rollen. Da f und g verschiedene Durchmesser haben, so wird die zahl um ihre eigene Achse verschieden sein. Diese Eigendrehung überträgt Rad f auf Scheibe b und Rad g auf Scheibe a, die ebenfalls eine um einen geringen Betrag verschiedene Winkelgesc digkeit voneinander und von der Maschinenwelle aufweisen. Die Gewichte werden sich also voneinander entfernen und die Re rende Q ihrer Fliehkräfte R_1 wird ständig in Größe und Richtung schiedene Werte annehmen. Sie wird, wenn die Gewichte in der Richtung liegen, einen Größtwert annehmen, und, wenn sie entg gesetzt liegen, verschwinden.

Die Übersetzungsverhältnisse sind so gewählt, daß die in Größe sich stetig ändernde Resultierende nicht synchron mit der zahl der Welle umläuft, sondern etwas schneller oder langsamer. z. B. in Abb. 6 die ursprüngliche Lage der Gewichte A und B, so i nach einer gewissen Zeit A' und B' bei derselben Stellung der W Die Größe der Resultierenden ist dann $Q = 2\,R_1 \sin \frac{\psi_1 - \psi_2}{2}$ und Richtung $\sphericalangle\, \varphi = \frac{\psi_1 + \psi_2}{2}$. Sind nun aber die relativen W geschwindigkeiten der beiden Scheiben zum Prüfkörper durch die setzungsverhältnisse der Zahnräder gegeben, und kennt man gle zeitig $\psi_1 - \psi_2$, so kann man sich leicht Q und φ ausrec $\psi_1 - \psi_2$ ist aber an einer Skala am Umfang der beiden Scheibe zulesen.

Das Auswuchten geht nun so vor sich, daß man nach dem Ein der Prüfgewichte das auf der Welle befestigte Gerät bei der Betr drehzahl zunächst synchron mitlaufen läßt. In der Regel werden Massenwirkungen auftreten, die ein Zittern der Maschine verurs Durch Festhalten des Stiftes d wird der synchrone Lauf des G mit der Welle unterbrochen, die Scheibe a bleibt je nach Übersetzur Zahnräder etwas, die Scheibe b noch weiter zurück. Die Resultier der durch die Prüfgewichte ausgelösten Fliehkräfte bleibt eb zurück und ändert gleichzeitig ihre Größe. Sie verschwindet sc lich und wächst wieder an bis zu dem Höchstwert, der aber jet auch Scheibe a sich auf der Welle gedreht hat, an einer andern liegt. Das Spiel geht weiter; immer wieder wird die Resultierend selben Werte durchlaufen, aber stets der gleiche Wert eine andre tung haben. In dem Augenblick nun, wo die Unbalanz des Drehk durch die entsprechende entgegengesetzt gerichtete Resultieren Prüfapparat ausgeglichen ist, hört das Zittern der Maschine auf, der Prüfer kann den Apparat durch Loslassen des Stiftes d wiede synchronen Mitlaufen bringen. Nach dem Stillsetzen des Ganzen man jetzt den Winkel $\psi_1 - \psi_2$ ablesen und hieraus mit Hilf bekannten Übersetzungsverhältnisses die Richtung der Resultier und schließlich ihre Größe berechnen, wenn die Größe der Ei gewichte bekannt ist.

Gilt es, Kräftepaare auszugleichen, so wird man Auswucht an beiden Wellenenden anbringen müssen, die leicht so eing werden können, daß ihre Resultierende stets dieselbe Größe, abe gegengesetzte Richtung hat. Nach einer leichten Umrechnung dann möglich, in den dafür vorgesehenen Nuten an den Stirn der drehenden Teile die genauen Ausgleichgewichte ohne w Probieren anzubringen.

Meist genügen schon wenige Umläufe des Prüfapparates gege der Welle, um einen ruhigen Lauf zu erreichen. Die ganze Untersu dauert nur einige Minuten, und trotzdem werden genaue Erge erzielt. [M 517] Dr.-Ing. Geis

Metallbearbeitung.

Emaillierwerk zum Brennen autogengeschweißter Stahltanks bis 500 hl Inhalt.

Innen emaillierte Stahltanks mit über 350 hl Inhalt für Brau Weinkellereien, Nahrungsmittel-Industrien usw. konnten bisher aus Stück nicht hergestellt werden, da Brennöfen von hinreichend Abmessungen und die zum Einsetzen erforderlichen Einrichtung diese Ausmaße der Bottiche nicht durchgebildet waren. Die mit ren, aus einzelnen Ringen zusammengesetzten Gefäßen in der gemachten Erfahrungen drängten jedoch zu dem Versuch, Of arten und Transporteinrichtungen für Bottiche aus einem Stück 500 hl Inhalt zu bauen.

Im Jahre 1919 unternahm es die Firma Paul Thyssen & Co., brück bei Eschweiler, Rhld., ein neues Emaillierwerk zu errichte den obengenannten Anforderungen entsprach und das Emaillie großer Gefäße ermöglichte.

In Abb. 7 ist der Emaillierofen im Schnitt dargestellt, der f fäße von 7 m Länge bei 3,1 m Dmr. mit rd. 495 hl Inhalt und solc 3,5 m Dmr. erbaut wurde.

Der Gaserzeuger an der hinteren Ofenseite ist für Koksfe eingerichtet, er hat einen Treppenrost mit Wasserberieselung zwangläufige Unter- und Sekundärluftzuführung. Die hier erz Heizgase strömen durch zwei Kanäle links und rechts zum Bren wo sie sich mit der aus daneben liegenden Luftkanälen einström

---

[1]) Vergl. Hort, Auswuchtfragen, „Maschinenbau" Bd. 2 (1923) Heft 25/26, s. a. Z. Bd. 60 (1916) S. 11 u. f.

[2]) ETZ Bd. 45 (1924) Heft 27

Abb. 7. Emaillierofen.

nderen Wärmespeichern vorgewärmten Verbrennungsluft mischen. asluftgemisch steigt von hier aus unter Verbrennung aus je lbaren Brennerschlitzen rechts und links um den Bottich, wähie Abgase durch 5 regelbare Abzugschächte in der Mitte des dens über den Sammelkanal zu den vorerwähnten Wärmespeifür die Luftvorwärmung und alsdann in den Fuchs abziehen.

e Brennerschlitze werden so eingestellt, daß die Kammer in Teilen völlig gleichmäßige Hitze erhält. Die Verbrennung ist so vollkommen, daß bei jedem offenen Gefäße die Emailliердenselben Glanz erhält wie beim Brennen in einem Muffelofen. enntemperatur beträgt ungefähr 1000 °C, die Brenndauer der Ge- e nach Größe 15 bis . Der Koksverbrauch sich hierbei auf 5 t bei andauernder Being der Brennkammer. iber den aus den gen Veröffentlichungen tgewordenen Zahlen bei diesem Ofen ganz che Fortschritte festzusein.

Ofentür ist zur Verng der Wärmeverluste hlsteinen ausgemauert. d durch eine besondere bewegt, so daß die ıer des Öffnens und ens herabgesetzt und ch die Abkühlung des während der Beschickung vermindert wird. In geschlossenem Zu- wird die Tür durch ihr Eigengewicht zwangläufig angeklemmt, falsche Luft nicht eintreten kann.

e Vorteile dieses Emaillierofens liegen vor allem in der einfachen ohne zwangläufige Gas- und Luftzuführung, in dem geringeren offverbrauch infolge gut ausgebauter Wärmespeicher für die mung der Sekundärluft, in der Gleichmäßigkeit und Stetigkeit mperatur in der Brennkammer infolge ununterbrochenen Be- des Generators, die das Auftreten von Spannungen in der verhindert, und in der kurzen Brenndauer der aufgetragenen , die eine glatte Emailleschicht ohne Porosität ergibt. Die zunannten Punkte sind besonders wichtig, da bei so hergestellten im späteren Gebrauch kein Ansetzen und keine Infektion durch nzen Stellen zurückgebliebene Keime stattfinden kann. Die Ausngen sind auf ein geringstes Maß beschränkt, da die Brenner lbar im Brennraum liegen. Auch eine die Emailleschicht betigende Staub- oder Hitzeentwicklung beim Schlacken ist ver- da der Gaserzeuger vom eigentlichen Ofen getrennt ist.

rch die oben besprochenen Neuerungen sind alle Schwierighinsichtlich des Emaillierens größerer Gefäße aus einem Stück t. In einjährigem Betrieb hat der Ofen in jeder Hinsicht den gestellten Anforderungen entsprochen. Der Entwurf stammt von Poh, Merzbrück, der den Ofen baute, das Werk einrichtete zt noch leitet.

ıe weitere Frage, der besondere Aufmerksamkeit gewidmet mußte, war die Beförderung und das Einbringen der Bottiche Ofen. Es war hier die Forderung gestellt, daß die Bewegung ttiche vollkommen erschütterungsfrei erfolgen muß, damit die gene Emaille sich nicht ablösen kann. Trotzdem müssen die möglichst schnell eingeführt werden, damit sich einerseits der eim Einsetzen nicht stark abkühlt und die damit verbundenen Wärmeverluste verhindert werden, anderseits die Formänderung der Stützträger für den Bottich beim Einführen in den auf 1000 °C erhitzten Ofen in erträglichen Grenzen gehalten wird.

Erforderlich war außerdem eine unbedingte Betriebsicherheit mit Rücksicht auf den großen Schaden beim Versagen der Chargiermaschine während des Einsetzens und Ausholens der Bottiche.

Abb. 8 bis 10 zeigen die für die Bedienung des Ofens erbaute Chargiermaschine, die eine ganz neue Bauart darstellt. Als Stützträger für den Bottich wurden schwere I-Träger gewählt, die durch Stahlgußquerträger gegenseitig versteift sind. Mit Rücksicht auf die hohe Temperatur, der diese Teile beim Einführen in den Ofen ausgesetzt sind, hat man hier von jeder Niet- oder Schraubenverbindung abgesehen und alle Anschlüsse durch Keile bewirkt. Hierdurch ist auch die Möglichkeit rascher Auswechselung etwa durch die Hitze beschädigter Teile ohne Betriebsunterbrechung gegeben. Diese Ausführung hat sich in einjährigem Betriebe vollkommen bewährt. Auswechselungen sind bisher nicht erforderlich gewesen.

An diese Stützträger ist ein rückwärtiger Gegengewichtsausleger aus Fachwerk angeschlossen. Das ganze Trägersystem wird durch in vier Wagebalken gelagerte Druckrollen an einem mit dem fahrbaren Unterwagen starr verbundenen Fachwerkoberteil geführt. Die Rollen der Wagebalken sind auf Exzentern gelagert, so daß sie spielfrei an die Führungen der oberen Teile angelegt werden können. Das Oberteil dient gleichzeitig zur Aufnahme der überschüssigen Kippmomente bis zur richtigen Einstellung des Gegengewichtes. Die Hubbewegung des Auslegersystems erfolgt durch eine Schraubenspindel, die durch ein auf dem Oberteil eingebautes Schneckengetriebe in Drehung versetzt wird. Die Lagerung der Spindelmutter ist beweglich, so daß Klemmungen, die zu Erschütterungen führen, vermieden sind und Verziehungen infolge einseitiger Erhitzung ohne Einfluß auf den ruhigen Gang des Getriebes bleiben. Auch ist Vorsorge getroffen, daß die zweiteilige Mutter möglichst spielfrei auf der Spindel eingestellt werden kann. Eine Rutschkupplung im Schneckengetriebe verhindert Überlastungen. Alle Bewegungen, also Heben des Auslegersystems, Fahren der Chargiermaschine und Verfahren des Gegengewichtes auf dem rückwärtigen Ausleger erfolgen durch besondere Elektromotoren, die von einem seitlich an dem Oberteil angebrachten Führerstand aus gesteuert werden. Durch doppelte Blechschutzwände, zwischen denen sich eine Luftschicht befindet, werden die Triebwerkteile gegen die Hitzausstrahlung beim Einführen in den Ofen geschützt.

Abb. 8 und 9. Chargiermaschine.

Die Chargiermaschine ist für 4000 kg Tragkraft bei rd. 6 m mittlerer Ausladung des Schwerpunktes des Bottichs gebaut. Die Hubhöhe des Auslegersystems beträgt 1 m, die Hubgeschwindigkeit rd. 0,8 bis 1 m/min. Der Strom wird durch ein bewegliches Kabel vom Dach her zugeführt, das sich bei den Fahrbewegungen auf eine Kabeltrommel selbsttätig aufwickelt. Zur Beförderung der Bottiche in der Ofenhalle zur Char-

Abb. 10. Chargiermaschine.

giermaschine dient ein Dreimotorenkran. Die Chargiermaschine, die sich im Betrieb bisher in allen Teilen durchaus bewährt hat, ist eine Sonderbauart der Düsseldorfer Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. J. Losenhausen in Düsseldorf-Grafenberg, die auch die übrige mechanische Einrichtung, wie Ofentürwinde, Laufkran usw. geliefert hat. [M 236[

Düsseldorf. Dipl.-Ing. C. Hubert.

Einzelheiten der Elektrohängebahnen.

Berichtigung. In der Arbeit von Prof. P. Stephan in Z. Nr. 23 (1924) S. 606 stellen die Abb. 1 und 2 eine feststehende Drehweiche und nicht eine Schleppweiche dar. In Abb. 1 ist der Buchstabe *a* an die Kopfschraube nach links zu setzen; der dort mit *a* bezeichnete Bolzen ist der Keilbolzen, der das bewegliche Fahrbahnstück mi[t] Drehlasche verbindet. *b* ist die Weichenzunge NP 26, nicht M 20[.]

In Abb. 3 ist *b* die Hauptwelle mit Bewegungsschraube, [.] -Schranke.

Auf S. 609 Zeile 4 rechts oben ist statt 2,3 t zu lesen 0,8 t. [N (]

Das Quecksilberdampfverfahren.

Berichtigung. In dem Rundschaubeitrag auf S. 834 muß [.] zweiten Abschnitt heißen: „Der Wasserdampfprozeß ist in den A[b] 9, 11 und 12 dargestellt, usw." Ferner heißt es in der Unterschr[ift] Abb. 7 bis 12 richtig „Ein- und Zweistoffverfahren". [N (]

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuth[str.], Abteilung Sortiment, bezogen werden. Es empfiehlt sich, bei der Bestellung stets den Verleger anzugeben.

Elektrotechnik (Starkstromtechnik), eine Vorschule für Studierende, ein Lehr- und Nachschlagebuch für Praktiker aus allen Gebieten der Industrie. Von Dr.-Ing. eh. M. Schenkel, Oberingenieur der Siemens-Schuckertwerke. I. Teil: Die Grundlagen der Starkstromtechnik. 9. Aufl. Leipzig 1924, J. J. Weber (Illustrierte Zeitung). 153 Abb.

In dem etwa 220 Seiten umfassenden Buch behandelt der Verfasser die Grundlagen der Elektrotechnik, nämlich die Lehren über Magnetismus und Elektrizität, die Gesetze der induzierten elektromotorischen Kraft, die Wechselstromerscheinungen, die nichtstationären Vorgänge einschließlich der Grundzüge des Überspannungsschutzes, die Elektrodynamik und die Elektrizitätsleitung in Flüssigkeiten und Gasen.

Den großen Wert des vorliegenden Buches sieht der Berichterstatter darin, daß bei der Ableitung aller Gesetze von klar beschriebenen, sehr gut gewählten Experimenten ausgegangen wird, um die physikalische Vorstellung beim Leser zu wecken. Zur Erklärung der Erscheinungen wird nicht die alte Fernwirkungstheorie, sondern die Faraday-Maxwellsche Theorie herangezogen, und zwar in vollständig folgerichtiger Weise. Das kann vom pädagogischen Standpunkt aus nicht hoch genug bewertet werden, weil sich nur so ein logisch richtiger, vollkommen lückenloser Aufbau ergibt. Der Anfänger wird zwar beim Studium des Buches anfänglich einige Schwierigkeiten haben. Das ist aber ganz natürlich; denn es ist schwer, gründlich zu arbeiten und gründlich zu denken. Hat aber der Leser das Buch gewissenhaft durchgearbeitet, dann versteht er nicht nur die Grundlagen der Elektrotechnik, sondern er hat auch auf diesem Gebiet logisch zu denken gelernt. Aber auch dem fertigen Ingenieur, dem Theoretiker wie dem Praktiker möchte ich empfehlen, das Schenkelsche Buch zu lesen; es wird ihm sicher einen großen Genuß bereiten; denn es ist ein Meisterwerk. [E 599]

München. Schwaiger.

Zeichnerische Bestimmung der Spiegelbewegung in Wasserschlössern von Wasserkraftanlagen mit unter Druck durchflossenem Zulaufgerinne. Von Dr. techn. L. Mühlhofer. Berlin 1924, Julius Springer. 75 S. m. 11 Abb. Preis Gm. 3.90.

Berichte des Versuchsfeldes für Werkzeugmaschinen an der Technischen Hochschule Berlin. H. 7: **Der Ausbau der Einrichtung des Versuchsfeldes für Werkzeugmaschinen an der Technischen Hochschule zu Berlin seit 1912.** Berlin 1924, Julius Springer. 22 S. m. Abb. Preis Gm. 2.40.

Die Hebezeuge. Berechnung und Konstruktion der Einzelteile, Flaschenzüge, Winden und Krane. Von Bethmann. 7. Aufl. Braunschweig 1923, Friedr. Vieweg & Sohn. 618 S. m. Abb. Preis Gm. 18, geb. Gm. 23.

Aufgaben aus der Maschinenkunde und Elektrotechnik. Eine Sammlung für Nichtspezialisten nebst ausführlichen Lösungen. Von Prof. F. Süchting. Berlin 1924, Julius Springer. 235 S. m. Abb. Preis Gm. 6,50, geb. Gm. 7,50.

Der elektrische Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn. Von W. Wechmann. Charlottenburg 1924, R. O. Mittelbach (Rom-Verlag). 462 S. m. 662 Abb.

Lieferwerke und Gewichtstafeln für Form- und Stabformeisen nach den Profilangaben des Taschenbuches „Eisen im Hochbau". 6. Aufl. Herausgegeben vom Stahlwerks-Verband A.-G., Abt. Techn. Büro, Düsseldorf. Berlin 1924, Julius Springer. Preis Gm. 3,60.

Chemische Technologie der Neuzeit. Begründet von Dr. O. Dammer, neu herausgegeben von Prof. Dr. F. Peters. 2. neubearb. Aufl. Stuttgart 1924, F. Enke. 5 Bände, 1. Bd. 2. Lieferung. Preis Gm. 9.

Wirtschaftliche Verwertung der Brennstoffe. Kritische Betrachtungen zur Durchführung sparsamer Wärmewirtschaft. Von Dipl.-Ing. G. de Grahl. 3. Aufl. München und Berlin 1923, R. Oldenbourg. 649 S. m. Abb. Preis Gm. 32, geb. Gm. 33,50.

Der praktische Eisenhochbau. Von A. Gregor. 2. Bd. Kranlaufbahnen. Berlin 1924, Hermann Meusser. 187 S. m. Abb. Preis Gm. 20.

Das Leichtflugzeug für Sport und Reise. Von Dr.-Ing. W. v. Lan[g]dorff. Frankfurt a. M. 1924, H. Bechhold. 178 S. m. Abb. [.] Gm. 3, geb. Gm. 4.

Die Hochfrequenztechnik, Bd. 1: **Atmosphärische Störungen in der [d]losen Nachrichtenübermittlung.** Von Dr. A. Koerts. Berlin [.] M. Krayn. 150 S. m. 24 Abb. Preis Gm. 10.

Jahrbuch 1922/23. Norddeutscher Lloyd Bremen. Die deutsche Seefahrt unter besonderer Berücksichtigung des Norddeutschen [.] Bremen 1924, Franz Leuwer. 298 S. mit vielen Bildern, Plänen [u.] Skizzen. Preis Gm. 12.

Die Grundwasserabsenkung in Theorie und Praxis. Von Dr. J. Schulze. Berlin 1924, Julius Springer. 138 S. m. 76 Abb. [.] geh. Gm. 6, geb. Gm. 7.

Die Exportmöglichkeiten der deutschen Maschinenindustrie. V[on] Fr. Reuter. Berlin 1924, Julius Springer. 134 S. m. Abb. [.] Gm. 6,60.

Betriebswirtschaftliche Rundschau. Monatsschrift. Herausgegeb[en im] Auftrage der Gesellschaft für wirtschaftliche Ausbildung (Fra[nkfurt] a. M.). Von Dr. A. Haber. Preis i. Halbj. Gm. 10, Einzelheft [.]

Betriebsstillegungen und Betriebseinschränkungen. Einschlägige E[nt]scheidungen, zusammengestellt von Fr. K. A. Rose. Düsseldorf [.] Industrie-Verlag u. Druckerei. 196 S. Preis geb. Gm. 6.

Organisation und Leitung technischer Betriebe. Allgemeine un[d spe]zielle Vorschläge. Von F. Karsten. Berlin 1924, Julius Sp[rin]g[er.] 163 S. m. 55 Formularen. Preis geh. Gm. 4,20.

Physikalisches Praktikum Wiedemann-Eberts. Neubearb. v. E. Wiedmann und A. Wehnelt. 6. Aufl. Braunschweig 1924, [.] Vieweg & Sohn. 545 S. m. Abb. Preis Gm. 18, geb. Gm. 21.

Statistische Übersicht über die **Kohlenwirtschaft im Jahre 1923** [zu]sammengestellt im April 1924 von den Geschäftsführungen des [Reichs]kohlenrates und der Akt.-Ges. Reichskohlenverband. 52 S.

Schriften der Vereinigung der deutschen Arbeitgeberverbände e. V. [.] **Die Lohnpolitik der deutschen Arbeitgeber.** Eine Denkschrift, [.] von der Vereinigung der deutschen Arbeitgeberverbände. Berli[n] 19[.] Fr. Zillessen (Heinrich Beenken). 88 S. Preis Gm. 2.

Gebrauchsgraphik Jg. 1 Heft 1, Sonderheft **Industrie-Reklame.** [.] Phoenix Druck- und Verlags G. m. b. H. 96 S.

Umstellung von Aktien, Geschäftsanteilen und Genußscheinen. Mi[t prak]tischen Beispielen von Dr. K. Güldenagel. Berlin 1924, In[dustrie]verlag Späth & Linde. 58 S.

Hamburgisches Gewerbeaufsichtsamt, Arbeiten und Sonderbericht 19[.] **Die hamburgische Gewerbeaufsicht, ihre Entwicklung und ihr A[uf]gaben.** Von Dr. R. Rasch. Hamburg 1924, Paul Hartungs [.] 108 S.

Goldbilanzierungsgesetz. Systematische Darstellung der Vero[rdnung] über Goldbilanzen vom 28. 12. 23 und der Durchführungsverord[nung] vom 5. 2. und 28. 3. 24. Von Dr. R. Rosendorff. 2. Aufl. [.] 1924, Industrieverlag Späth & Linde. 279 S. Preis Gm. 6,20.

Bücherei für Bilanz und Steuern. Bd. 11. **Bilanzwert, Bilanz[.] und Bilanzumwertung.** Von Prof. F. Schmidt. Berlin 19[.] [In]dustrieverlag Späth & Linde. 212 S.

Wirtschaftsrecht und Wirtschaftspflege H. 4: **Die Zuständigke[it des] Reichswirtschaftsgerichts und des Kartellgerichts.** Von Dr. H. [.]ger. Dritte, völlig umgearb. Aufl. Berlin 1924, Industrieverlag [Späth] & Linde. 155 S. Preis Gm. 5.

Auslandshilfe in den Notjahren 1922 und 1923. Bericht über die [Tätig]keit des Deutschen Zentralausschusses für die Auslandshilfe u. [.] ihm angeschlossenen Organisationen. Berlin 1924, Selbstverlag. [.]

Werner von Siemens Lebenserinnerungen. Leipzig 1924, Baustein-[.] 302 S. Preis Halbl. Gm. 3, Ganzl. Gm. 3,50.

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

N. 37 SONNABEND, 13. SEPTEMBER 1924 BD. 68

Eisenbahnwesen I.

INHALT:

Neue Wege im Lokomotivbau.

Von Prof. Dr.-Ing. F. Meineke, Berlin.

Die etwa 100 Jahre alte Stephensonsche Lokomotivform genügt nicht mehr unsern Ansprüchen an Wirtschaftlichkeit. Durch Kondensation und Erhöhung des Druckes sowie der Temperatur kann die Dampflokomotive wesentlich sparsamer arbeiten. Krupps Turbolokomotive. Noch sparsamer ist die Diesellokomotive. Schwierigkeiten und Möglichkeiten der Übertragung werden besprochen. 1200 PS-dieselelektrische Lokomotive der russischen Staatsbahn. Es erscheint aussichtsreich, Diesellokomotiven mit Wasserstoff zu betreiben, der elektrolytisch unter hohem Druck gewonnen wird. Der hierzu benutzte Abfallstrom erhöht die Wirtschaftlichkeit der Kraftwerke.

Die heutige Form der Dampflokomotive wurde in ihren Grundlagen vor etwa hundert Jahren von George Stephenson geschaffen. Ihre Kennzeichen sind der Feuerbüchskessel mit Siederöhren, das Blasrohr und der unmittelbare Angriff der Maschine an den Rädern. In hundertjähriger Entwickelung ist ...es geleistet worden. Das Gewicht ist etwa 40 mal, die Heizfläche 50 mal und die Leistung 200 mal größer geworden. Dies ...t unsere besondere Bewunderung, wenn wir berücksichtigen, daß die Spurweite und das Umgrenzungsprofil die gleichen geblieben sind. Die den Hanomag-Nachrichten entnommenen Abb. 1 und 2 führen das deutlich vor Augen. Beträchtlich waren auch die Fortschritte in der Ausnutzung der Kohle. Während anfangs ...5 kg/PSh verbraucht wurden[1]), können wir jetzt mit 1 kg auskommen, wenn wir Heißdampf in mehrstufiger Dehnung ver...en und das Speisewasser durch Abdampf und Abhitze ...vorwärmen. Aber selbst dies bedeutet ja nur einen ...ischen Wirkungsgrad von 9 vH. Wesentlich mehr dürfte mit der Stephensonschen Grundform nicht erreichbar sein. Wir ...en also neue Wege beschreiten, wenn wir sparsamer mit der Wärme wirtschaften wollen.

Eine bessere Wärmeausnutzung ist nur durch

Erweiterung der Druck- und Temperaturgrenzen

...ch, also durch Kondensation oder sehr hohe Dampfdrücke. ...gel an Kühlwasser, großer Bedarf an Raum und Gewicht und der notwendige Verzicht auf die selbsttätige Anpassung der Dampferzeugung an den Verbrauch durch das Blasrohr standen der Einführung der Kondensation bis jetzt entgegen. Die Not zwingt uns aber, die Mängel zu bekämpfen. Je nachdem der Dampf, das Wasser und die Luft miteinander gemischt werden oder voneinander getrennt sind, unterscheidet man Einspritzkondensatoren, Oberflächenkondensatoren, Flächenkühler und Verdunstungskühler. Diese können in beliebiger Weise miteinander verbunden werden.

Einspritzkondensator mit Verdunstungskühler: Diese Zusammenstellung eignet sich für Kolbenlokomotiven, weil das Speisewasser trotz des Ölabscheiders etwas verschmutzt ist und eine weitere Verunreinigung durch die Kühlluft nicht so schädlich ist. Da nirgends Oberflächen zu schaffen sind und der Einspritzkondensator in unmittelbarer Nähe der Dampfzylinder liegen kann, ist die Anlage unverhältnismäßig leicht. Sie ist jedoch noch nicht ausgeführt, weil man das Eindringen von Öl in den Kessel fürchtet. Geringe Ölmengen sind jedoch nicht schädlich, führen doch die Betriebsleitungen mancher Bahnen dem Kessel absichtlich Öl zu, um den Kesselstein leichter löslich zu machen.

Einspritzkondensator mit Flächenkühler: Letzterer macht wegen der erforderlichen großen Flächen bedeutende Schwierigkeiten, vermeidet aber die Wasserverluste des Verdunstungskühlers. Dieser Vorteil wird nur ganz selten ausschlaggebend sein, so daß die Anordnung ausscheidet.

[1]) J. Jahn, Die Dampflokomotive in entwicklungsgeschichtlicher Darstellung, S. 339 Jul. Springer 1924 (s. S. 976)

1829 Rocket — 1923 Normallokomotive der Pennsylvaniabahn

Abb. 1 und 2. Vergleich der Lokomotive von 1829 mit einer 1923 erbauten.

	Heizfläche	Gewicht	Leistung
1829:	13 m²	4,5 t	13 PS
1923:	630 „	165 „	3000 „

O b e r f l ä c h e n k o n d e n s a t o r m i t V e r d u n s t u n g s - k ü h l e r : Diese Zusammenstellung ist in K r u p p s Turbolokomotive, Abb. 3 bis 6, verwirklicht. Der Kondensator wird möglichst dicht an die Turbine gelegt, damit die sehr weite Abdampfleitung möglichst kurz wird. Das Speisewasser bleibt rein, während die Verschmutzung des Kühlwassers unschädlich ist.

O b e r f l ä c h e n k o n d e n s a t o r m i t F l ä c h e n k ü h l e r : Auf das Zwischenglied des Kühlwassers kann hierbei verzichtet werden, wenn man, wie bei L j u n g s t r ö m s Turbolokomotive, Abb. 7, Kühler und Kondensator vereinigt. Die Turbine muß zur Vermeidung riesiger Rohrleitungen unmittelbar am Kühler liegen. Beide müssen also auch auf demselben Fahrzeug vereinigt sein, während sonst stets Kessel und Maschine beieinander bleiben und der Kühler auf dem Tender liegt.

Aus diesen Erwägungen heraus dürfte im allgemeinen ein Oberflächenkondensator mit Verdunstungskühler am meisten ge-keit (bei deren Überschreitung die Lokomotivleistung von [illegible] Kesselleistung abhängt) auf den Wert desjenigen einer Ko[illegible] lokomotive und sinkt bei steigender Geschwindigkeit noch we[illegible]

Die Zuverlässigkeit und der Wirkungsgrad der Zahn[illegible] vorgelege genügt allen Anforderungen. Die Frage der Rückw[illegible] fahrt ist jedoch noch nicht einwandfrei gelöst. Ljungström sch[illegible] zu dem Zweck ein Zwischenrad in das Getriebe, was viele [illegible] denken erregt. Krupp und Zoelly nehmen Rückwärtsturbi[illegible] die nur für Verschiebebewegungen ausreichen. Nach den F[illegible] schritten in der Herstellung von Zahnradgetrieben und K[illegible] lungen, deren großer Einfluß auf den Bau der Diesellokom[illegible] weiter unten zu erwähnen ist, scheint es nicht aussicht[illegible] die Turbinenwelle in die Längsachse der Lokomotive zu legen, [illegible] durch zwei Kegelradpaare die Blindwelle anzutreiben. Je [illegible] der Fahrtrichtung wird dann durch eine, z. B. magnetische, K[illegible] lung das eine oder andre Kegelradpaar eingeschaltet.

Abb. 3 bis **6.** Turbolokomotive von Krupp.

eignet sein. Auf die bewundernswerte Ausbildung des L j u n g s t r ö m schen Flächenkühlers ist bereits in dieser Zeitschrift hingewiesen worden[1]).

Grundsätzlich kann Kondensation bei Kolben- und Turbolokomotiven angewandt werden. Eine Drillings-Gleichstromlokomotive läßt sich mit 750 mm Zyl.-Dmr. ausführen und würde bei 5 m/s Kolbengeschwindigkeit über 2000 PS leisten. Die Gleichstrommaschine wäre hier des großen Druckgefälles wegen durchaus am Platze. Die Kondensatoren werden kleiner, weil der Abdampfdruck und das Temperaturgefälle gegen die Kühlluft größer sind.

Das größte Drehmoment der Dampfturbine ist beim Anziehen ungefähr doppelt so groß als bei der günstigsten Geschwindigkeit. Hier decken sich ihre Eigenschaften mit denen einer Verbundmaschine. Deshalb ist die Einschaltung von Übersetzungsgetrieben oder gar elektrischen Übertragungen unnötig. Der Dampfverbrauch ist in der ersten Zeit des Anfahrens zwar sehr hoch, fällt dann aber noch vor Erreichung der kritischen Geschwindig-

[1]) Vergl. Z. Bd. 66 (1922) S. 1060

Die Erweiterung der Druckgrenze nach oben bringt, wie [illegible] Blick auf die Entropietafel lehrt, nur in Verbindung mit glei[illegible] zeitiger starker Erhöhung der Dampftemperatur merkliche V[illegible] teile. Aber auch dann ist bei starker Dampfdehnung ein E[illegible] tauchen in das Sättigungsgebiet unvermeidlich. Kolbenmaschi[illegible] müßten demnach auch im Niederdruckzylinder im Gleichstr[illegible] arbeiten, weil er die Folgen der Dampffeuchtigkeit ziemlich [illegible] schädlich macht. Da es auch Dampfturbinen gibt, die sehr h[illegible] Drücke gut verarbeiten, so ist der maschinelle Teil befriedig[illegible] lösbar.

Schwieriger steht es mit K e s s e l und Ü b e r h i t z e r. [illegible] in der Rauchkammer liegender Zwischenüberhitzer ist erfor[illegible] lich. Dem Hochdrucküberhitzer müssen heißere Gase zugefü[illegible] werden, damit eine Dampftemperatur von 400 °C sicher errei[illegible] wird. Dies und die Unmöglichkeit, einen Stephensonschen Ke[illegible] für mehr als 20 at betriebsicher herzustellen, führen zur Notw[illegible] digkeit, neue Kesselformen auszubilden. Es kommen nur Was[illegible] rohrkessel in Betracht. Sie ermöglichen die Einführung [illegible] Frischdampfüberhitzers an den Stellen, wo die gewünschte T[illegible] peratur herrscht und die Ausbildung eines Feuerraumes, [illegible]

die Verbrennung von Kohlenstaub geeignet ist. Damit würde gleichzeitig einer alten Forderung, der Verfeuerung minderwertiger Brennstoffe und von Halbkoks, genügt werden.

Voraussetzung für den Betrieb von Wasserrohrkesseln auf dem beschränkten Raume der Lokomotive ist indessen die Verwendung gänzlich reinen Speisewassers. Diese Forderung wurde r, wie wir oben gesehen haben, durch die Benutzung eines Oberflächenkondensators erfüllt, so daß die Erhöhung der Druckgrenze nach oben nur unter ihrer gleichzeitigen Erweiterung nach unten möglich ist.

Hand in Hand mit der Verbesserung der Dampfausnutzung geht die Erhöhung des Kesselwirkungsgrades. Das Niederschlagen des Dampfes fügt zu den üblichen Hilfsmaschinen noch solche zum Antrieb des Saugzugventilators, der Gebläse für die Kühlluft, der Luft- und Kühlwasserpumpe. Ihr Abdampf steht mit verschiedenen Drücken zur Verfügung und ist von Ljungström in folgerichtiger Weise zur allmählichen Erwärmung des Speisewassers bis auf 140 °C verwendet worden. Ljungström benutzte auch die Abgase zur Vorwärmung der Verbrennungsluft; allerdings wohl weniger zu dem Zwecke, die Verbrennungstemperatur zu steigern, als zur Schonung seines Abgasventilators durch Erniedrigung der Abgastemperatur.

Die Fortentwicklung der Dampflokomotive führt zu einer sehr vielteiligen Anlage, die aber trotzdem betriebsicher sein kann, wenn Wartung und Unterhaltung entsprechend eingestellt sind. Einfachheit und Betriebsicherheit sind nur lose miteinander verknüpfte Begriffe. Wärmewirtschaftlich wird die Folge eine Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades auf ungefähr das Doppelte des Heutigen, etwa 15 bis 20 vH, sein.

Thermolokomotiven.

Eine viel bessere Wärmeausnutzung stellt der Verbrennungsmotor, insbesondere der Dieselmotor, in Aussicht. Die Schwierigkeiten sind aber im Bahnbetrieb unvergleichlich viel größer als im Schiffsbetrieb, wo selbst jetzt, nach 15 Jahren, die Entwicklung noch nicht zu Ende gekommen ist. Die Schiffsschraube verlangt ein Drehmoment, das dem Quadrat der Umlaufzahl proportional ist. Das kann der Dieselmotor ohne weiteres leisten. Der Bahnbetrieb jedoch verlangt ein Drehmoment umgekehrt proportional der Drehzahl, also den Höchstwert beim Anziehen, und dabei noch Veränderlichkeit in sehr weiten Grenzen. Das kann der Dieselmotor, dessen günstigster Brennstoffverbrauch von der Belastung und Drehzahl stark abhängt, nicht leisten. Zur Lösung der Aufgabe hat man zwei Wege eingeschlagen; erstens hat man versucht, Thermolokomotiven zu schaffen, indem man das Arbeitsverfahren des Verbrennungsmotors den Forderungen des Bahnbetriebes anzupassen suchte, zweitens baute man Diesellokomotiven, deren Motor üblicher Bauart durch ein Zwischengetriebe auf die Treibräder wirkt.

Die Thermolokomotiven sind fast alle auf dem Papier geblieben. Im Jahre 1910 begannen zwar auf der preußischen Staatsbahn Versuche mit der Thermolokomotive von Klose-Sulzer-Borsig, die erfolglos waren, weil der Motor nach dem reinen Dieselverfahren arbeitete. Durch das Anfahren mit Druckluft kühlte sich die Zylinder so stark ab, daß die Zündungstemperatur nicht mit Sicherheit erreicht wurde. Die Thermolokomotive wurde besonders in Rußland gepflegt. Erwähnt seien nur die Namen Lontkewitsch und Grinewetzki, die ebenfalls den Motor unmittelbar ohne Zwischengetriebe am Triebwerk angreifen lassen. Das gleiche ist auch der Fall bei der Maschine von Still, der Dampf zur Verfügung hat, den er aus der Wärme des Kühlwassers und der Abgase erzeugt. In Ausführung ist jedoch bei Armstrong in New-Castle eine Thermolokomotive nach Shelest, die sich mehr der Diesellokomotive nähert. Hier treibt ein Verbrennungsmotor, der ähnlich wie ein Dieselmotor arbeitet, einen Luftkompressor an. Jedoch beginnt bei ihm dank des Kompressors die Verdichtung im Verbrennungszylinder bei 10 at und wird bis auf 60 at getrieben. Die Abgase gehen mit etwa 10 at und entsprechender Temperatur in die Arbeitszylinder, die sich nur unwesentlich nach Bauart und Anordnung von Lokomotivzylindern unterscheiden. Da der Verbrennungsmotor mit hohem Gegendruck arbeitet, gibt er nur die Leistung zum Betrieb des Kompressors ab. Irgendwelche thermischen oder baulichen Vorteile gegenüber einer Diesellokomotive mit Kraftübertragung durch gepreßte Luft oder Abgase sind nicht zu erkennen.

Die Diesellokomotive mit Luftübertragung ist besonders von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg gepflegt worden. Die Druckluft wird in einem Kompressor erzeugt, der mit dem Dieselmotor zusammengebaut ist. Sie erwärmt sich durch Kompression auf 8 at auf etwa 260 °C und wird durch den Abgasvorwärmer weiter bis auf etwa 320 °C erhitzt. Sie verläßt deshalb selbst bei starker Dehnung die Arbeitszylinder im Beharrungszustande mit mindestens 70 °C. Dank der Vorwärmung ergibt die Druckluftübertragung einen Wirkungsgrad von mehr als 100 vH.

Um den Abgasvorwärmer zu ersparen, verdichtet die Maschinen- und Waggonfabrik Görlitz nicht Luft, sondern die Abgase. Prof. Masing in Moskau schlägt an Stelle des Abgasvorwärmers eine zusätzliche Verbrennung innerhalb des Abgasstroms vor. Hierzu wird in der Druckluftleitung eine besondre Brennkammer glühkopfartig ausgebildet.

Die Anwendung gasförmiger Übertragungsmittel erlaubt es, die Diesellokomotive wie eine Dampflokomotive zu führen. Sie hat auch die gleichen Eigenschaften, mit Ausnahme der großen Überlastbarkeit, weil an Stelle des großen Energievorrates im Dampfkessel der nicht überlastbare Dieselmotor tritt. Für den Betrieb ist es auch angenehm, daß nur bekannte und bewährte Maschinenelemente vorkommen. Die Druckluft-Diesellokomotive wird zuverlässig, aber vielteilig und schwer sein.

Wesentlich einfacher und leichter wird eine Diesellokomotive mit Flüssigkeitsübertragung, die aus Pumpe, Motor und Rohrleitung besteht. Williams-Janney und Hele-Shaw bilden Pumpe und Motor aus Zylindern und Kolben. Durch besondere Getriebe kann der Hub der Pumpenkolben verändert werden. Diese Triebwerke arbeiten mit hohem Druck, weil eine einwandfreie Abdichtung der Kolben in den Zylindern möglich ist. Sie bauen sich aber infolge des Triebwerks etwas sperrig und ihr Wirkungsgrad ist nur innerhalb enger Grenzen erträglich gut, er beträgt etwa 75 vH. Das Williams-Janney-Getriebe ist bei Verschiebelokomotiven verwendet worden. Allmähliche Änderung des Übersetzungsverhältnisses erlaubt auch das Getriebe von Schwartzkopff-Huwiler.

Abb. 7. Turbolokomotive von Ljungström.

Schon seit langem bekannt ist das Getriebe von Lentz[1]), der die Kapselgetriebe soweit verbessert hat, daß eine große Anzahl deutscher Lokomotivfabriken es verwendet. (Linke-Hofmann-Lauchhammer-Werke, Henschel und Sohn, Maschinenbau-Ges., Karlsruhe, Bad. Motor-Lokomotiv-Werke). Abb. 8 zeigt die höchst gedrängte Anordnung dieses Getriebes. Die Vereinigung von Pumpe und Motor in einem Gehäuse vermindert die Flüssigkeitswege und die hydraulischen Widerstände. Die Pumpe ist in mehrere Einheiten unterteilt, durch deren Ausschaltung oder Vereinigung drei bis acht verschiedene Übersetzungen eingestellt werden können.

Hier begegnet uns zum ersten Male die Veränderung der Übersetzung in einzelnen Stufen, so daß der Motor nicht bei allen Arbeitslagen der Lokomotive mit der günstigsten Belastung arbeitet. Dieser Nachteil ist auch den Zahnradgetrieben eigen und drückt den gesamten Wirkungsgrad der Lokomotive etwas herab. Die völlige Entlastung des Motors beim Umschalten, in deren Folge ein Rucken in der Zugvorrichtung befürchtet wird, dürfte bedeutungslos sein; denn beim Schleudern der Dampflokomotive vermindert sich ja auch ohne böse Folgen die Zugkraft der Lokomotive plötzlich. Nicht alle Dichtflächen der Kapselgetriebe liegen unter statisch bestimmtem Druck an, vielmehr hängt ihre Anlage von der Art des Anpassens und den Wärmedehnungen ab. Es muß also eine gewisse Undichtheit der Getriebe zugelassen werden, als deren Folge Arbeitsverdienst und Erwärmung des Öles eintritt. Ein Ölkühler hält die Temperatur in niedrigen Grenzen (etwa 50 °C). Die Schwierigkeiten wachsen mit zunehmenden Abmessungen.

Der Entwurf einer dieselelektrischen Lokomotive der Maschinenfabrik Kolomna aus dem Jahre 1909 hatte sich als zu schwer und unwirtschaftlich ergeben. Damals fehlte noch der leichte schnellaufende Dieselmotor, auch hatte ich den Fehler gemacht, die Elektromotoren in Drehgestellen, den Dieselmotor mit Stromerzeuger aber auf dem langen Rahmengestell zu lagern; das Zusammenfassen der Lasten in zwei Drehzapfen und ihre Verteilung auf die Achsen führt zu großen Biegemomenten und viel Aufwand an Baustoff. Der Entwurf von 1922, Abb. 9 bis 13, vermied deshalb Drehgestelle; ferner war inzwischen ein Dieselmotor geschaffen worden, der bei 1200 PS nur 26 t wog. Das Gesamtgewicht betrug deshalb mit 125 t nicht mehr als das einer gleichstarken Dampflokomotive mit Tender. Professor G. Lomonossoff, als langjähriger Vorkämpfer der Diesellokomotive und Bevollmächtigter des russischen Ministerrates, griff den Entwurf auf und führte ihn mit großer Energie durch, so daß wir jetzt die erste für Vollbahnbetrieb geeignete Diesellokomotive vor uns haben. Ihr thermischer Wirkungsgrad reicht bis zu 25 vH. Eine eingehende Beschreibung würde zu weit führen; nur über die allgemein gültige wichtige Frage der Kühlung sei bemerkt, daß auf 1 PS zwar nur 1/10 der Wärmemenge einer Kondensationslokomotive abzuleiten ist, daß aber auch viel weniger Raum und Gewicht zur Verfügung steht. Dem Kühlwasser durfte die Wärme nicht durch Verdunsten entzogen werden, weil die Lokomotive durch die wasserlosen Gegenden Turkestans fahren soll. Anderseits war zu beachten, daß die Lokomotive bei — 30 °C stundenlang im Freien stehen muß. Das Einfrieren konnte also nur durch einen großen Wasserinhalt vermieden werden. Das erforde einen großen Wasserbehälter mit vielen engen Rohren, die sen recht stehen, damit sie nicht durch die Erschütterungen leiden, u nur unten befestigt sind, um freie Ausdehnung zu ermöglich Bei rd. 1 m Rohrlänge und 15 mm l. W. mußten etwa 60 mm Wass säule Druckhöhe und 50 PS Ventilatorleistung geopfert werde Brown[2]) weist nach, daß Wasserrohre günstiger sind, u kommt zu bemerkenswerten Ergebnissen, die in dem vorliegend Sonderfall jedoch nicht anwendbar sind. Während der zw heißesten Sommermonate mit Lufttemperaturen bis 50 °C wird e Kühltender mit besonders angetriebenem Ventilator angehän

Trotz der auf dem Prüfstand in Eßlingen erwiesenen se günstigen Betriebsergebnisse dürfte die diesel-elektrische Lok motive doch nur wenig Nachfolger finden, weil sich die Möglichk einer besseren Lösung gezeigt hat. Die Wechselgetriel mit Zahnradübertragung werden schon seit langem f kleine Motorlokomotiven benutzt. Bei großen Leistungen e geben sich aber so gewaltige Abmessungen der Zahnräder u Kupplungen, daß ihre Anwendung als ausgeschlossen erschi Die Fortschritte in der Herstellung hochwertiger Zahnräder u die Entwicklung der Magnetkupplungen haben aber die Anwe dung des Automobilgetriebes auf die Diesellokomotive ermöglic Zur Zeit ist eine zweite von Prof. Lomonossoff bestellte Dies lokomotive mit dem gleichen 1200 PS-Motor im Bau, aber ein Leistung von rd. 1100 PS am Radumfang. Der Wirkungsgr des dreistufigen Wechselgetriebes ist mit 96 vH gewährleist etwa 3 vH gehen in den Kuppelstangen verloren, und zum V tilatorantrieb wird ein besondrer Motor benutzt, der auch Str für die Magnetkupplungen und Beleuchtung liefert. Um d Achsdruck zu verringern, ist die Lokomotive 2-E-1 gekupp wiegt aber trotz größerer Vorräte auch nur 125 t; die Leistun steigerung von 900 auf 1100 PS zeigt deutlich die Vorteile d Zahnradantriebes. Die drei Übersetzungen geben bei 450 Uml./m des Dieselmotors Geschwindigkeiten von etwa 17, 28 und 56 km Der Motor ist umsteuerbar; das Getriebe liegt vor der Schle achse, es wird von Fried. Krupp, Essen, geliefert. Die Zahnrä sitzen lose auf den Wellen, mit denen sie durch Lamellen-Magn kupplungen des Magnetwerks Eisenach gekuppelt werden könn Zum Anfahren dient eine große Magnetkupplung auf d Schwungrad, die auch nur wenig Reibungsarbeit aufzunehmen h weil dank der guten Regelbarkeit des Dieselmotors mit der kle sten Übersetzung die Fahrgeschwindigkeit auf 3 km/h ermäß werden kann. Diese Geschwindigkeit wird, sobald der Zug g streckt ist, in 10 bis 15 s erreicht. Besondere Aufmerksamk erfordert die Wahl der Schwungmassen, weil das Durchfahren d kritischen Drehzahlen des Motors vermieden werden muß; de im Gegensatz zur elektrischen Übertragung kann die Übersetzu nicht in engen Grenzen schnell gewechselt werden. Die gro Abstufung des Wechselgetriebes verschlechtert den Gesamtw kungsgrad in schwer bestimmbarer Weise, die ganz vom Strecke profil und der Zuglast abhängt. Unter Berücksichtigung des se guten Wirkungsgrades der Übertragung kann man jedoch hoff daß der thermische Wirkungsgrad nicht schlechter als bei d diesel-elektrischen Lokomotive sein wird.

Abb. 8. Diesellokomotive mit Lentzgetriebe von 90 PS bei 500 Uml./min und 20 t Gewicht der Motor-Lokomotiv-Verkaufsgesellschaft m. b. H, Karlsruhe.

[1]) Z. Bd. 65 (1921) S. 1160.

[2]) Dr.-Ing. Herbert Brown, Über diesel-elektrische Lokomotiven Vollbahnbetrieb Ernst Woldmann, Zürich.

seitliche Verschiebung 95 mm seitliche Verschiebung 32 mm seitl. Verschiebung 10 mm seitliche Verschiebung 32 mm seitliche Verschiebung 95 mm

595 1116 2340 1430 1430 1430 1430 2340 1116 595

10400

13822

2000

RZ 567 Z 6

Abb. 9.

Abb. 9 bis 13. Dieselelektrische Lokomotive der russischen Staatsbahn.

Dieselmotor der MAN, Werk Augsburg: 6 Zylinder, 450 mm Dmr., 420 mm Hub, größte Drehzahl 450 Uml./min, größte Leistung 1200 PS_e. Elektrische Ausrüstung von A.-G. Brown Boveri & Cie., Baden, Schweiz: Gleichstrom-Leonardschaltung, 2 hintereinander geschaltete Erregermaschinen von besonderem Verbrennungsmotor angetrieben, 72 Schaltstufen, Spannung 800 bis 1000 V. Ausarbeitung des Entwurfs: A.-G. für Lokomotivbau Hohenzollern, Düsseldorf. Ausführung: Maschinenfabrik Eßlingen.

Hauptabmessungen: Treibrad-Dmr. 1220 Laufrad-Dmr. 950, Zahnradübersetzung 1:5,6, Zugkraft 100 min lang 15 t, höchste 23 t

RZ 567 Z 7

Glühkopfmotor

Hilfskompressor

Luftflasche

Abb. 11 bis 13.

Wenn dieser Entwurf glückt, so sind wir der Lösung der Aufgabe sehr nahe. Dann schwinden auch alle Aussichten der Thermolokomotive, weil ein Getriebe, das 96 vH Wirkungsgrad hat und etwa 9 kg/PS wiegt, allen billigen Anforderungen genügt. Zwar ist der Dieselmotor noch nicht im Vollbahn-Dauerbetrieb erprobt, aber unüberwindliche Schwierigkeiten werden sich kaum ergeben, wenn Belehrung der Mannschaft, Wartung und Unterhaltung auf der Höhe sind. Luftlose Einspritzung und Zweitakt stellen ja auch Vereinfachungen in Aussicht. Jedenfalls ist die Diesellokomotive mit Zahnradgetriebe einfacher als eine Hochdruck-Turbolokomotive mit Kondensation.

Trotz allem wird aber in Deutschland die Diesellokomotive wegen des Mangels an flüssigen Brennstoffen wenig Verbreitung finden, weil die Wirtschaftlichkeit nicht gewahrt wird, wenn auch den Forderungen des Betriebes genügt ist. Wie wenig aber der elektrische Betrieb der eigentlichen Zugförderung gerecht wird, tritt so recht deutlich hervor, wenn man an den vor 100 Jahren ausgefochtenen Streit über die Betriebsart der Eisenbahnen denkt: ob durch Kraftwerke (fixed engines) mit Seilbetrieb oder durch selbständige Fahrzeuge (loco-motive engines)[1]. Damals siegte zum Heil des Eisenbahnwesens Stephenson, aber jetzt sind wir wieder dabei, zum Betrieb mit „fixed engines" überzugehen, und die Leistung der Bahn von der des Kraftwerks abhängig zu machen. Das Kraftwerk muß auf die höchste, wenn auch nur kurze Zeit verlangte Leistung der Bahn angelegt sein und läuft deshalb meistens mit unwirtschaftlicher Belastung.

Es wird auch zu leicht vergessen, daß die Bezeichnung elektrische Lokomotive nur auf die Akkumulatorlokomotive paßt. Was sonst damit bezeichnet wird, sind keine selbständigen Fahrzeuge (locomotive engines), weil ihre Energiequelle im Kraftwerk liegt. Man sollte ihnen deshalb einen richtigeren Namen, z. B. Elektromotiven, geben. Daraus erhellt sofort, daß die Elektrifizierung mit dem Aufgeben des Lokomotivbetriebes verbunden ist. Die verhängnisvollen Folgen zeigen sich, sobald die Lokomotiven aus einem großen Bahnnetz verschwunden sind.

Wasserstofflokomotiven.

Anderseits können durch den elektrischen Betrieb Kraftquellen, wie minderwertige Kohle, Wasserkräfte usw., herangezogen werden, die sonst für den Eisenbahnbetrieb wertlos sind. Es steht also eine Forderung des Betriebes gegen eine Forderung der Energiewirtschaft. Ein Ausgleich könnte auf folgender Grundlage möglich sein: In den letzten Jahren ist man an die Verwertung der Tatsache gegangen, daß bei der elektrolytischen Zersetzung des Wassers der Energieverbrauch fast unabhängig von dem Druck ist, mit dem Wasserstoff und Sauerstoff aufgefangen werden. Es steht nichts im Wege, bei jedem Betriebswerk eine Zersetzeranlage zu schaffen, die mit dem Überschußstrom der elektrischen Kraftwerke (einem reinen Abfallprodukt zu Zeiten, wo die Werke keine Spitzenbelastung zu decken haben) Wasserstoff und Sauerstoff von 200 at erzeugt und in Flaschen aufspeichert. Von dort entnehmen Verbrennungslokomotiven den Wasserstoff.

Beim Wasserstoffmotor kann nur die große Brenngeschwindigkeit lästig werden. In der Beziehung ist das Gleichdruckverfahren wegen der allmählichen Zufuhr des Wasserstoffs vorteilhaft.

An Stelle der Brennstoffbehälter treten bei der Wasserstofflokomotive die Gasflaschen, deren Inhalt daraus berechnet werden kann, daß 1 kg Wasserstoff einen unteren Heizwert von 28 700 kcal hat und der thermische Wirkungsgrad 26 vH beträgt. Dann leistet 1 kg Wasserstoff am Radumfang eine Arbeit, die 7500 kcal entspricht. Der Wasserinhalt eines Tenders von 21,5 m^3 wird durch 3500 kg Kohle von 6700 kcal/kg verdampft und diese Wärmemenge mit 7 vH ausgenutzt. Am Radumfang gibt das eine Leistung, die 1 640 000 kcal entspricht. Bei gleicher Leistung der Lokomotive müßten wir also 1 640 000 : 7500 = 220 kg Wasserstoff mitnehmen, die auf 200 at zusammengedrückt einen Raum von 12 m^3 einnehmen. Die hierzu erforderlichen 120 Flaschen wiegen weniger als die obige Menge an Wasser und Kohlen.

Am Radumfang leistet 1 kg Wasserstoff 427 . 7500 = 3 200 000 mkg, das sind 8,7 kWh. Die Erzeugung von 1 kg Wasserstoff durch Elektrolyse erfordert, da mehr als 2,1 V nicht nötig sein werden, 56 kWh. Läßt man den Gewinn durch Verkauf des Sauerstoffs außer Acht, so beträgt der Wirkungsgrad der Energieumsetzung 8,7 : 56 = 0,155. Das ist nicht viel, aber auch unwesentlich; denn der Wert der Wasserstofflokomotive liegt in der Möglichkeit, die ganze Energiewirtschaft auf eine günstigere Grundlage zu stellen. Durch die Vervollkommnung der Dampflokomotive verschiebt sich nämlich die Grenze ihrer Wirtschaftlichkeit im Verhältnis zur Elektromotive stark zu ihren Gunsten, jedoch nur bei großen Einheiten. Eine kleine Hochdruck-Turbolokomotive von 500 PS würde zu teuer sein. Da tritt nun die Wasserstofflokomotive in die Lücke. Bahnen, die elektrisch nur mit Wasserkraft betrieben werden, benutzen die Wasserstofflokomotive im Verschiebedienst, auf verkehrsschwachen Linien und als Reserve. Sie entblößen sich dadurch niemals ganz von Lokomotiven, sind also auf das Kraftwerk und den Fahrdraht nicht bedingungslos angewiesen.

Wenn wir am hundertjährigen Geburtstag von Stephensons Lokomotive, dem Wettbewerb von Rainhill am 8. Oktober 1829, auch schon klarer sehen werden, zu welchen Formen die neu beschrittenen Wege im Lokomotivbau führen, so wird es doch noch langer Zeit bedürfen, ehe wir eine wesentliche Änderung im Aussehen unseres Lokomotivbestandes bemerken werden. [B 567]

[1] James Walker, Report to the Directors on the comparative merits of loco-motive and fixed engine. Liverpool 1829. Stephensons Antwort auf den Bericht von Walker und Rastrick. Liverpool 1829.

Gegenwärtiger Stand der elektrischen Bahnbetriebe.

Von Oberregierungsrat W. Usbeck, Breslau.

Die anfangs lebhafte Entwicklung der elektrischen Zugförderung in Deutschland ist durch den Krieg und die Kriegsfolgen sehr behindert worden Die Brennstoffwirtschaft zwingt heute zur Förderung des elektrischen Betriebes insbesondere auf Strecken mit umfangreichem Verkehr. Übersicht über die vorhandenen und geplanten elektrischen Bahnbetriebe. Kraftwerke. Kennzeichen der neuzeitlichen Stromverteilungsanlagen. Betriebstechnische Vorteile. Gestaltung der Einheitslokomotiven. Stromabnehmer. Werkstätten.

Als in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts der Einphasen-Kollektormotor erfunden worden war, da war es zunächst Deutschland, das in Würdigung der Bedeutung dieser Motorform für den Bahnbetrieb seine Anwendung für Bahnzwecke in die Tat umsetzte. Von der preußischen Eisenbahnverwaltung wurde auf die Anregung Wittfelds hin zunächst ein Versuchsbetrieb mit Einphasenwechselstrom auf der Strecke Nieder-Schöneweide-Spindlersfeld[1]) eingerichtet. Dann folgte bald darauf die Umstellung der Hamburger Stadt- und Vorortbahn auf elektrischen Betrieb mit der gleichen Stromart[2]) und im Jahre 1911 wurde von Preußen der große Versuchsplan für elektrischen Vollbahnbetrieb aufgestellt, der die Einrichtung der elektrischen Zugförderung auf einer Flachlandbahn Magdeburg-Bitterfeld-Leipzig-Halle und auf einer Gebirgsbahn, dem schlesischen Gebirgsbahnnetz, vorsah[3]). Etwa gleichzeitig mit dem Vorgehen Preußens hatten auch die bayerischen und badischen Eisenbahnverwaltungen der neuen Betriebsform ihr Augenmerk zugewendet. In Bayern war es Gleichmann, der in zäher Arbeit die Grundlagen für die Entwicklung des elektrischen Bahnbetriebes schuf, in Baden Stahl. Als Ergebnis dieser Vorarbeiten wurde in Bayern die von Garmisch-Partenkirchen nach den Landesgrenzen führenden Bahnlinien Partenkirchen-Scharnitz und Partenkirchen-Grießen und bald darauf die Strecke Freilassing-Berchtesgaden elektrisiert, während in Baden die von Basel ausgehenden Linien der Wiesentalbahn auf elektrischen Betrieb umgestellt wurden. In Bayern wurde gleichzeitig ein umfangreicher Plan zur Eelektrisierung der wichtigsten Strecken des bayerischen Eisenbahnnetzes im Anschluß an die in Vorbereitung befindliche Ausnutzung der Wasserkräfte des Walchensees und der mittleren Isar aufgestellt, der so gefördert werden sollte, daß gleichzeitig mit der Fertigstellung der Wasserkraftanlagen auch der elektrische Bahnbetrieb aufgenommen werden konnte.

Wenn der Krieg nicht ausgebrochen wäre, so würden alle diese Pläne im zweiten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts durchgeführt worden sein, und die elektrische Zugförderung würde in Deutschland einen ganz anderen Aufschwung genommen haben, als es bis heute unter den Nachwirkungen des Krieges möglich gewesen ist. Deutschland war vor dem Kriege auf dem Gebiete der elektrischen Zugförderung zweifellos führend, weil es einmal über eine leistungsfähige, hochentwickelte Elektrizitätsindustrie verfügte, und zweitens, weil die großen Staatsbahnverwaltungen in Erkenntnis der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Frage schon frühzeitig den Weg des praktischen Versuchs beschritten haben, der allein für die Weiterentwicklung einer technischen Idee Erfolg verspricht. Der Krieg hat Deutschland aus dieser führenden Stellung verdrängt, Arbeitskräfte und Baustoffe konnten für die Entwicklung eines nicht mit dem Kriege zusammenhängenden Zweiges der Technik nicht mehr zur Verfügung gestellt werden, und auch nach dem Kriege hat es noch lange gedauert, bis man wieder auf dem Stande anlangte, der 1914 fast schon erreicht war.

Schwierigkeiten in der Industrie führten in der Nachkriegszeit zu starken Verzögerungen in der Lieferung der elektrischen Fahrzeuge. Zwar kann man diese Verzögerung nicht durchweg als verlorene Zeit bezeichnen, insofern als manche Erfahrung des Auslandes für die Entwicklung der Fahrzeuge noch berücksichtigt werden konnte. Aber doch liegt die Sache so, daß erst in diesen Jahren die Betriebserfahrungen gesammelt werden konnten, die andernfalls schon in den auf das Jahr 1914 folgenden Jahren gemacht worden wären, und die sowohl die Industrie wie auch die Eisenbahnverwaltungen in den Stand gesetzt hätten, bei der Weiterentwicklung dieser neuen Betriebsform festen Grund unter den Füßen zu haben.

Der Krieg hat ferner dazu geführt, daß ausländische Bahnen, die zwar auch früher schon der elektrischen Zugförderung großes Interesse entgegengebracht und eingehende Studien über diese Frage angestellt haben, sich um so schneller zur praktischen Durchführung in großem Maßstab entschließen mußten, je mehr sie auf den Kohlenbezug aus dem Ausland angewiesen waren. So hat die Schweiz unter dem Zwange der schweren Kohlennot, der sie als neutraler Staat bei ihrer Abhängigkeit von der Kohlenlieferung aus den kriegführenden Ländern ausgesetzt war, sich zu einer beschleunigten Durchführung der Elektrisierung ihres gesamten Bahnnetzes entschließen müssen. Mit großer Tatkraft sind die Arbeiten dazu gefördert worden; es kam ihr dabei zustatten, daß die Elektrisierungsarbeiten bei der großen Krise auf dem Arbeitsmarkt, die infolge der hohen Valuta in den Nachkriegsjahren dort herrschte, als Notstandmaßnahme einem großen Teile der einheimischen Industrie die dringend notwendige Arbeitsgelegenheit verschaffen konnten. Die Schweiz ist heute wohl dasjenige Land, in dem die Elektrisierung der Eisenbahn weitaus am meisten vorgeschritten ist. Sie wird in Kürze das gesamte Eisenbahnnetz elektrisiert und sich dadurch vom Kohlenbezug aus dem Ausland unabhängig gemacht haben. Auch Schweden hat nach der erfolgreichen Elektrisierung der in Lappland gelegenen Erzbahn Kiruna-Ricksgränsen den elektrischen Betrieb auf die anschließenden Strecken bis Lulea an der Ostsee ausgedehnt[4]) und ist zurzeit damit beschäftigt, die 450 km lange Strecke von Stockholm nach Gotenburg zu elektrisieren. In den am Kriege beteiligten Staaten konnten die Elektrisierungsarbeiten während des Krieges ebensowenig wie in Deutschland gefördert werden. Um so mehr ist nach dem Krieg auf diesem Gebiete geschehen. So sehen wir, daß Österreich, Frankreich und Italien zum Teil in sehr großem Umfang an die Elektrisierung ihrer Bahnen herangehen.

Bei dem großen elektrischen Bahnbetrieb in Preußen, der Flachlandstrecke Magdeburg—Bitterfeld—Leipzig—Halle und dem schlesischen Gebirgsbahnnetz, konnte, obwohl die Bauarbeiten

[1]) s. F. Eichberg, Z. Bd. 48 (1904) S. 303. [2]) s. v Glinski, Z. Bd. 52 (1908) S. 1581 u. f. [3]) s. Brecht, Z. Bd. 65 (1911) S. 1913 u. f.

[4]) s. Z. Bd. 64 (1920) S 181 u. f.; Bd. 68 (1924) S. 72.

Abb. 1. Wärmeverbrauch bei gleicher Förderleistung ——— für elektrischen Betrieb, – – – – für Dampflokomotivbetrieb.

Abb. 2. Vom Kraftwerk Mittelsteine abgegebener Bahnstrom.

Abb. 3. Im elektrischen Betriebe geleistete Brutto-Tonnenkilometer.

Abb. 1 bis 3. Vergleich des Wärmeverbrauches bei Dampf- und elektrischem Betrieb.

Abb. 4. Übersichtskarte der elektrischen Bahnbetriebe.

Elektrische Bahnbetriebe mit Wechselstrom von 15 kV und $16^{2}/_{3}$ Per./s.[1])

Lfd. Nr.	Betriebs-eröffnung	Strecke	Streckenlänge km	Bemerkungen
1	1910	Dessau—Bitterfeld	25,6	zweigleisig
2	1913	Garmisch—Partenkirchen—Reichsgrenze (Mittenwald-Griesen)	37	eingleisig
3	1913	Basel—Schopfhaus—Zell—Säckingen	48,5	eingleisig
4	1914 teilweise 1920—23	Schlesische Gebirgsbahnen	262	Hauptstrecke (160 km) zweigleisig, Seitenstrecken eingleisig. 1914 nur eine Teilstrecke, der Rest in den Jahren 1920 bis 1923 eröffnet.
5	1914 teilweise 1920—23	Magdeburg—Leipzig—Halle	173	Lfd. Nr. 1 ist hierin mit enthalten. Betrieb war während des Krieges eingestellt.
6	1915	Freilassing—Berchtesgaden	33,8	eingleisig.
			554,3	

Im Ausbau befindliche Strecken.

Halle—Cöthen—Magdeburg	89,1	zweigleisig,
Dittersbach—Glatz	51	„
Basel—Haltingen—Lörrach	15,9	eingleisig,
München—Partenkirchen	100,6	teils zwei-, teils eingleisig.
Tutzing—Kochel	35,5	eingleisig,
Holzkirchener Strecken	148,7	„
München—Freilassing	146,4	zweigleisig,
München—Regensburg	138,1	„
Rosenheim—Kufstein	34,2	„
	759,5	

In Vorbereitung befindliche Strecken.

Brockau—Breslau—Liegnitz—Arnsdorf	82,0	zweigleisig,
München—Augsburg	61,9	„
München—Geltendorf	42,1	„
	186,0	

[1]) Nach Wechmann. Elektr. Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn, Berlin 1924 R. O. Mittelbach.

nach Beendigung des Kri
alsbald wieder aufgenommen
den sind, erst im Laufe di
Jahres der elektrische Be
in großem Umfange durc
führt werden, weil erst jetzt
nötigen Fahrzeuge zur Ve
gung stehen. Das ist um
bedauerlicher, als damit ein
wisser Abschluß in eine Zeit
die für die weitere Fortentw
lung der elektrischen Zugf
rung in Deutschland gar
ungünstiger gedacht we
kann. Die Unsicherheit der
kunft der deutschen Reichs
und die große Kapitalnot la
es kaum möglich erscheinen
für die Einrichtung elektris
Zugförderung aufzuwende
Gelder in nächster Zeit au
bringen, obgleich bei Auswah
geeigneten Strecken eine sehr
Verzinsung des Kapitals
reicht werden kann.

Ein Stillstand wäre h
um so bedauerlicher, als Deu
land nach dem Verlust
großen Steinkohlenlager im S
gebiet und in Oberschle
mehr als je darauf angewie
ist, den Kohlenverbrauch ei
schränken. Darüber kann
nicht die augenblickliche
auf dem Kohlenmarkt hinwe
schen, die durch das Darnie
liegen der Wirtschaft herv
rufen ist und zweifellos vor
gehen wird.

Einer der größten Koh
verbraucher ist die Eisenb
und der elektrische Betrieb
die Möglichkeit, den Kohle
brauch in großem Umfang
zuschränken. Abb. 1 bis 3 ge
eine vergleichende Gegenü
stellung des Wärmeverbra
beim Dampfbetrieb und beim
trischen Betrieb der schlesis
Gebirgsbahnen für die gl
Förderleistung. Im Durchschnitt beträgt der Minderverbrauc
Wärme etwa 40 vH, und zwar ist das der Fall bei einem K
werkbetrieb, der mit Dampfturbinen arbeitet, die schon
10 Jahre alt sind, und die daher der heutigen Entwicklung
Wärmewirtschaft keineswegs mehr entsprechen. Mit neu
lichen Maschinen würde sich diese Ersparnis noch ganz betr
lich vergrößern lassen.

Wesentlich ist es, daß für den elektrischen Bahnbetrieb
solche Strecken gewählt werden, die umfangreichen Ver
oder sonst besonders schwierige Betriebsverhältnisse aufwei
Denn eine angemessene Verzinsung des Betriebskapitals ist
da zu erzielen, wo der auf den einzelnen Zug entfallende
pitaldienst niedrig ist, und das ist nur bei stark belasteten
nen der Fall. Dort fallen aber auch die Ersparnisse an Ko
besonders ins Gewicht. Diese Forderung ist bei den bisher
gerichteten elektrischen Bahnbetrieben in Deutschland zur
getreten, da man den Versuchsbetrieb zunächst auf Stre
minderer Bedeutung beschränken wollte. Sie muß aber
der weiteren Entwicklung um so schärfer beachtet werden
der elektrische Betrieb selbstverständlich nur da in Frage
men kann, wo er wirtschaftliche Vorteile bringt.

Soweit es der enge Rahmen dieses Aufsatzes gestattet,
im folgenden ein kurzer Überblick über den Stand der Entw
lung elektrischer Zugförderung in Deutschland gegeben wer
der sich auf die Fernbahnen beschränke, für die in Deutsch
bekanntlich ebenso wie in der Schweiz, Österreich und S
dinavien der einfache Wechselstrom niedriger Frequenz als
geeignete Stromart gewählt worden ist. Auch die nach
Kriege getroffene Entscheidung der westlichen Länder, Fr
reich, England und der Niederlande zugunsten des Gleichstr
hat die Entscheidung der Deutschen Reichsbahn nicht be
flussen können.

Übersicht über die vorhandenen und geplanten elektrischen Bahnbetriebe.

Abb. 4 zeigt eine Karte des deutschen Bahnnetzes, in der e zurzeit elektrisch betriebenen sowie die im Bau und in Vor-reitung befindlichen Strecken kenntlich gemacht sind. Die runter folgende Tafel enthält die Angabe über die im Betriebe, Bau und in Vorbereitung befindlichen Strecken. Man ersieht raus, daß es sich bei den heute betriebenen Strecken vorläufig n ziemlich eng begrenzte Bezirke handelt und daß sich auch i der im Gange befindlichen Erweiterung noch keine zu-mmenhängenden Bahnnetze ergeben.

Das zurzeit größte elektrisch betriebene Bahnnetz in utschland sind die schlesischen Gebirgsbahnen mit insgesamt 2 km elektrisch betriebenen Strecken. In einigen Jahren rd das bayerische Bahnnetz um München mit rund 650 km der Spitze der elektrischen Bahnbetriebe Deutschlands ehen. Auf dem Plan sind auch die Bahnlinien kenntlich ge-acht, deren Elektrisierung in Vorbereitung oder vorläufig nur Aussicht genommen ist. Man erkennt daraus, daß bei Durch-hrung dieses Plans das erstrebte Ziel, zusammenhängende ektrisch betriebene Bahnnetze zu bilden, erreicht wird. Hier-i bilden für die Stromversorgung der süddeutschen Strecken asserkräfte die notwendige Energiequelle, so für Bayern die asserkräfte des Walchensees und der Isar und für Baden und ürttemberg die Wasserkräfte des Schwarzwaldes und Rheins. Norddeutschland sind keine ausreichenden Wasserkräfte vor-nden, dort wird die notwendige elektrische Arbeit durch Aus-tzung der umfangreichen Braunkohlenlager in der Provinz chsen und der Lausitz oder durch billige sonst schwer abzu-zende Steinkohle geschaffen.

Kraftwerke.

Die Reichsbahn besitzt bahneigene Kraftwerke in Mulden-in bei Bitterfeld für das mitteldeutsche Bahnnetz und das lach-Wasserkraftwerk bei Bad Reichenhall für die Versorgung Strecke Freilassing—Berchtesgaden, außerdem noch ein ines Wasserkraftwerk bei Gartenau in der Nähe von Berch-gaden zur Versorgung der Gleichstrombahn Salzburg—Berch-gaden—Königssee. Das schlesische Gebirgsbahnnetz wird von n von privater Seite errichteten und unter Beteiligung der ichsbahn erweiterten Bahnkraftwerke Mittelsteine mit Strom sorgt, während die Wiesenthalbahn die nötige elektrische Ar-t aus dem Drehstromkraftwerk Augst-Wyhlen durch zwei dort nach dem Badischen Bahnhof in Basel geführte Dreh-omkabel bezieht, wo sie in einem Umformerwerk mit Puffer-terie in Wechselstrom von $16^2/_3$ Per. umgeformt wird. Alle se Bahnbetriebe sind auf ein einziges Kraftwerk angewiesen, Zustand, der bei geringer Ausdehnung des Netzes erträglich der aber bei großen Anlagen, wie der schlesischen Gebirgs-hn, bedenklich ist. Die Deutsche Reichsbahn nt daher, bei der Einrichtung des elektrischen riebes auf der Strecke Breslau—Liegnitz Anlage eines neuen Kraftwerks bei Maltsch der Oder, das mit dem Kraftwerk Mittel-ine gekuppelt werden soll. Außerdem wird Ausdehnung des elektrischen Betriebes über rlitz—Dresden nach Leipzig ein weiteres aftwerk in der Gegend von Görlitz errichtet den, das außer der Stromversorgung für die seinem näheren Bereich gelegenen Strecken h Aushilfsleistung an die Kraftwerke Mittel-ne, Maltsch und Muldenstein liefern soll. s im Bau befindliche bayerische Netz um nchen stützt sich auf die Kraftwerke des lchensees und der mittleren Isar, dort wird ch Ausbildung der Fernleitungen als Ring möglichst weitgehende Sicherung der omlieferung geschaffen. An der Eigen-eugung von Wechselstrom wird im Interesse Sicherheit der Stromlieferung zunächst fest-alten.

Die Leistung der Stromerzeuger ist im Laufe Entwicklung immer mehr angewachsen. neueren Bahnstromerzeuger werden mit stungen bis zu 10 000 kW ausgeführt. Bei Wasserkraftwerken ist das Vorhandensein s Speicherwerkes, wie es das Walchensee-ftwerk darstellt, für die Überwindung der Bahnbetrieb auftretenden Belastungsspitzen r wertvoll. Bei den Dampfkraftwerken en sich diese Belastungsspitzen durch ihre ünstige Einwirkung auf die Wärmewirtschaft störend bemerkbar gemacht. Man geht deshalb neuerdings dazu über, durch Einbau von Wärmespeichern diesen Nachteil nach Möglichkeit auszugleichen. Die gewaltigen Fortschritte auf dem Gebiet der Wärmetechnik, wie Anwendung höherer Dampfdrücke, Kohlenstaubfeuerung u. dgl., die zurzeit im Gange sind, werden auch dem elektrischen Bahnbetrieb nutzbar gemacht werden.

Stromverteilungsanlagen.

Durch Übereinkommen mit den Bahnverwaltungen der benachbarten Länder, die auch Einphasenwechselstrom für elektrische Zugförderung verwenden, ist die Spannung der Fernleitungen einheitlich auf 55 oder 110 kV festgesetzt worden. Die Fernleitungen werden nach Möglichkeit nahe dem Bahnkörper, aber nicht am Gestänge der Fahrleitung verlegt, weil sie hier die Sichtbarkeit der Signaleinrichtungen stören. In der Nähe der Bahnstrecken werden sie geführt, damit die Anlagen leichter überwacht und unterhalten werden können. Die Erfahrungen bei den schlesischen Gebirgsbahnen, wo sie im Interesse einer kurzen Linienführung quer über Land geleitet worden sind, haben bei den schwierigen Witterungsverhältnissen und der schweren Zugänglichkeit der Leitungen im Winter nicht befriedigt. Bemerkenswert ist eine Anordnung der Leitungen, die Verdrehung und Beschädigung der Maste bei Leitungsbruch verhindern soll. Abb. 5 und 6 zeigen diese Anordnung. Die Ausleger sind drehbar am Mast angebracht. Abb. 6 zeigt, wie bei Leitungsbruch der Ausleger einschwingt. Außerdem ist der wagrechte Abstand der Leitungen wesentlich größer als gewöhnlich bemessen, damit die Phasen bei Sturm nicht zusammenschlagen. Durch diese Anordnung ist es erst möglich geworden, die nötige Betriebsicherheit der Leitungen im Vorgelände des Riesengebirges, das sich im Winter durch starken Rauhreif und heftige Stürme auszeichnet, zu erzielen.

Bei den ersten elektrischen Bahnbetrieben hat man die Unterwerke nach rein elektrischen Rücksichten nach Maßgabe des günstigsten Spannungsabfalls angeordnet. Es zeigte sich aber bald, daß es viel wichtiger ist, die Lage der Unterwerke nach den Schwerpunkten des Betriebes zu wählen, um günstige Schaltmöglichkeiten zu gewinnen. Nach diesem Gesichtspunkt sind die Unterwerke bei den schlesischen Gebirgsbahnen und bei dem in Bau befindlichen bayerischen Netz angeordnet. Ein anschauliches Beispiel dafür ist das Unterwerk in Pasing, das an der Einmündungsstelle der zum Hauptbahnhof München hineinführenden Fernlinien liegt, so daß eine ganze Anzahl Linien von diesem Unterwerk aus einzeln gespeist werden können.

Die Fahrleitungen doppelgleisiger Bahnen werden bei der Deutschen Reichsbahn grundsätzlich elektrisch voneinander getrennt und so verteilt, daß bei einem Kurzschluß nur möglichst kleine Streckenabschnitte in Mitleidenschaft gezogen werden. Die dadurch bedingte ungünstigere Ausnutzung des Leitungs-

Abb. 5 und **6.** Anordnung der Leitungen zum Verhindern von Verdrehung und Beschädigung der Masten.

kupfers wird im Interesse der Betriebsicherheit in Kauf genommen.

Die Deutsche Reichsbahn hat eine Einheitsbauart für die Fahrleitung ausgebildet, die ein fest verankertes Tragseil aus Stahl oder Bronze und einen Kupferfahrdraht von rundem mit Rillen versehenen Querschnitt vorsieht. Der Fahrdraht ist mit Hängedrähten aus biegsamem Bronzeseil, die in mindestens 12 m Entfernung voneinander angeordnet sind, am Tragseil aufgehängt und wird in 1200 bis 1500 m Entfernung durch Gewichte nachgespannt. Hierbei stellen sich unter dem Einfluß der Temperatur die Hängedrähte mehr oder weniger schief, was aber ohne Einfluß auf die Stromabnahme ist. Abb. 7 bis 9 zeigen die Fahrleitung der Einheitsbauart auf der Strecke Lauban–Görlitz. Auf der freien Strecke sind zum Teil Schleuderbetonmaste mit gutem Erfolge verwendet. Die Fahrleitung wird auf Bahnhöfen jetzt durchweg an Querseilen aufgehängt, damit möglichst wenig Maste zwischen den Gleisen aufgestellt zu werden brauchen und die Übersichtlichkeit gewahrt bleibt.

Die bisher verwendete doppelte Isolation der Fahrleitung wird bei neueren Anlagen versuchsweise durch einen zweiteiligen Isolator der Weitschirmbauart, dessen Teile zusammengehanft werden, ersetzt.

Abb. 7.

Abb. 8.

Abb. 9.

Abb. 7 bis **9.** Fahrleitung der Einheitsbauart auf der Strecke Lauban—Görlitz.

Betrieb.

Die elektrische Lokomotive ist in ihren Leistungseigenschaften von der Dampflokomotive erheblich verschieden. Das liegt einmal daran, daß sie ziemlich unbegrenzte Energiemengen aus dem Fahrdraht entnehmen kann und ihre Leistung nur durch die Erwärmung der elektrischen Ausrüstung begrenzt ist, zweitens an ihrer Überlastungsfähigkeit für gewisse Zeit. Diese Eigenschaften befähigen die elektrische Lokomotive, Steigungsstrecken wesentlich schneller zu befahren als die Dampflokomotive. Dazu kommt die Unabhängigkeit der elektrischen Lokomotive von Einrichtungen, wie sie die Dampflokomotive zur Erneuerung des Feuers und Ergänzung ihrer Betriebstoffe braucht, was zur Folge hat, daß die elektrische Lokomotive wesentlich längere Strecken durchfahren kann als die Dampflokomotive.

Welche Einwirkungen das auf den Betrieb hat, zeigen die Abb bis 12. Abb. 10 stellt für die Teilstrecke Lauban–Hirschberg schlesischen Gebirgsbahnen dar, wie durch den elektrischen trieb die Fahrzeiten der Güterzüge abgekürzt worden sind, zwar lediglich durch Beschleunigung der Fahrt auf den gungsstrecken. In den Gefällstrecken muß vorläufig bis vollen Einführung der Güterzug-Luftdruckbremse aus Grün der Bremsbesetzung die gleiche Geschwindigkeit wie bei Dam betrieb beibehalten werden. Weitere Beschleunigungen der F treten durch We der Aufenthalte ei die sonst durch Lo motivwechsel entste Auf der 126 km lan Strecke vom Güterbahn hof Schlauroth bei Gör litz bis Bahnhof Dittersbach im Waldenburger Kohlenrevier kann au diese Weise die Fahr zeit um fast 2 Stunden abgekürzt werden. W sich das auf die Dienst pläne der Lokomotive und des Personals au wirkt, zeigen die Abb 11 und 12, in denen ge genübergestellt wird w die Ausnutzung der elek trischen Lokomotive und der Dampflokomo tiven sich gestaltet un zwar sowohl im Pe sonenzugdienst wie i Güterzugdienst. In be den Fällen ergeben sich Kilometerleistungen, die über 50 vH hö liegen als bei den Dampflokomotiven.

Die Dienstpläne zeigen auch, daß die Lokomotiven z. Te nach zweitägiger Fahrt wieder den Lokomotivschuppen be rühren, während bei der Dampflokomotive nach jeder Fahrt Erneuerung des Feuers und Neuaufnahme von Vorräten im Bahnbetriebwerk notwendig sind. Will man also die Leistungs eigenschaften der elektrischen Lokomotive voll ausnutzen, so mu man den Fahrplan diesen Eigenschaften voll anpassen. Solange nun keine zusammenhängenden elektrischen Bahnnetze bestehen wie das heute noch allgemein der Fall ist, lassen sich die no wendigen Änderungen im Fahrplan nur in beschränktem Um fange durchführen, weil die Züge an den Endpunkten der elek trisch betriebenen Strecken mit Dampflokomotiven weiter befördert werden und sich wieder in den für Dampflokomotiven aufge stellten Fahrplan einreihen müssen. Eine wesentliche Änderung des Fahrplans auf den elektrischen Strecken hat auch Verschie bungen des Fahrplanes auf der anschließenden Dampfstrecke zu

ge, die sich nicht immer leicht durchführen lassen. Im Per-nzugdienst bietet auch die Frage der Zugheizung Schwierig-en, insofern als die durchgehenden Fernzüge auf den an-ießenden Strecken mit Dampf geheizt werden müssen und es er nicht angängig ist, die elektrische Heizung beim Durch-en der elektrischen Strecken anzuwenden. Nur die auf den trischen Strecken beginnenden und endenden Züge werden els der der Dampfheizung in bezug auf die Gleichmäßigkeit der ärmung weit überlegenen elektrischen Heizung beheizt. Für durchgehenden Personenzüge muß daher Winter ein besonderer Heizkesselwagen eschleppt werden, was umständlich und irtschaftlich ist. Diese Schwierigkeiten chwinden erst, wenn zusammenhängende

Abb. 10. Verkürzung der Fahrzeit bei elektrisch beförderten Durchgangsgüterzügen auf der Teilstrecke Lauban—Hirschberg.

e elektrisch betrieben werden, ein Ziel, dessen Verwirk-ng mit dem oben angeführten Plan erstrebt wird.

Seit einiger Zeit werden die elektrischen Güterzuglokomo-nur noch mit einem Lokomotivführer besetzt. Der eben-dem Lokomotivpersonal angehörende besondre Begleiter ist efallen. An seiner Stelle nimmt der Zugführer oder ein ffner auf der Lokomotive Platz, um im Notfalle den Zug zum n zu bringen. Dadurch tritt eine erhebliche Personal-rnis ein.

Fahrzeuge.

Wie bei der Dampflokomotive, so hat auch bei der ischen Lokomotive die Entwicklung dahin geführt, daß die ung des einzelnen Fahrzeuges immer mehr angewachsen ist. B. betrug die Dauerleistung der D-Güter-komotiven für die Reichsbahndirektion , die im Jahre 1910 bestellt worden sind, 600 kW, während die kürzlich bestellten Güterzuglokomotiven der Reichsbahn-tion Breslau eine Dauerleistung von 0 kW aufweisen werden. Der elektrischen motive kommt zugute, daß sie nicht vom fkessel abhängig ist, so daß sie mehr-gebaut werden kann und größere Lei-en auf diese Weise einfacher unterzu-en sind.

Bei dem ersten elektrischen Bahnbetriebe en die Lokomotiven für die ganz be-nten Verhältnisse dieses Betriebes bestellt. zunehmender Ausdehnung der Betriebe mit Rücksicht auf die Pläne zum elektri-Betrieb zusammenhängender großer Eisen-etze mußte dieses Verfahren verlassen en, da die Lokomotiven auf Strecken mit verschiedenen Streckenverhältnissen Dienst müssen. Die deutsche Reichsbahn ist des-dazu übergegangen, die Lokomotiven zu eren, und zwar unter Anlehnung an die Leistungsverhältnisse erprobter Dampflokomotiven. Sie verfügt zur Zeit über 129 im Betriebe befindliche elektrisierte Lokomotiven. Etwa 200 Lokomotiven sind zur Zeit in Bestellung gegeben[1]).

Bei den Personenzuglokomotiven ist bemerkenswert, daß die Deutsche Reichsbahn im Gegensatz zu der Entwicklung in anderen Ländern die einmotorige Ausrüstung mit hochgelagertem Gestellmotor bisher vorgezogen hat. So sind z. B. 18 schwere Personenzuglokomotiven der Reichsbahndirektion Breslau und 45 Personen- und Schnellzuglokomotiven der Reichsbahndirektionen Halle und München in dieser Weise gebaut.

Abb. 11. Ausnutzung der Personenzug-Lokomotiven beim elektrischen und beim Dampfbetrieb.

Die Dienstpläne, Abb. 11 und 12, gelten für Beförderung der gleichen Züge; notwendig sind 6 Dampflokomotiven oder 4 elektrische Lokomotiven. Die letzteren berühren nur jeden zweiten Tag den Lokomotivschuppen, beim Dampfbetrieb mehrmals am Tage zum Erneuern des Feuers und Aufnehmen von Vorräten.

Im Anfang der Entwicklung wurde der Tatzenlagermotor mit Zahnradantrieb nach der Bauart der Straßenbahnmotoren übernommen. Auch in neuerer Zeit ist eine Lokomotivgattung, die AAA + AAA-Güterzuglokomotive der Reichsbahndirektion Breslau mit solchen Motoren ausgerüstet worden. Nachteilig sind bei dieser Bauart das zum Teil ungefedert auf der Achse ruhende Gewicht, die Unzulänglichkeit der Motoren und der tiefliegende Schwerpunkt. Doch sind die Betriebsleistungen dieser Lokomotivgattung sehr zufriedenstellend.

[1]) Näheres hierüber vergl. Wechmann, Elektrischer Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn VI. Abschnitt, 1. u. 2. Teil.

Abb. 12. Ausnutzung der Güterzug-Lokomotiven beim elektrischen und beim Dampfbetrieb.

Abb. 13 bis 15. Elektrische 2D1-Personenzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn.

Mit zunehmender Leistung wurde diese Bauart verlassen. Man wählte dann als Antrieb den hochgelagerten Gestellmotor mit Parallelkurbelgetriebe und Blindwelle in der Meinung, daß das die einfachste Lösung der Antriebfrage sei. Die Erfahrungen damit waren aber zunächst recht trübe, weil sich die bei allen Lokomotiven mit Kuppelstangenantrieb auftretenden Schüttelerscheinungen mit ihren schädlichen Folgen für das Triebwerk zeigten. Diese Schüttelerscheinungen traten besonders bei den zweimotorigen Lokomotiven mit Parallelkurbelgetriebe auf, sie zeigten sich aber auch störend bei den einmotorigen Lokomotiven mit senkrechtem oder schrägem Antriebe zwischen Motorwelle und Blindwelle, besonders dann, wenn die Stichmaße der Stangen und die Kurbelmaße nicht genau eingehalten werden, worauf sich die Lokomotivfabriken und die Unterhaltungswerkstätten erst einstellen mußten. Dagegen war die bei den schlesischen Gebirgsbahnen von vornherein angewendete Bauart mit Dreieckantrieb, Abb. 13 bis 15, im wesentlichen frei von Schüttelschwingungen. Natürlich ist auch hier Voraussetzung, daß die Stichmaße, Kurbelwinkel und Kurbellängen, genau genug hergestellt waren. Der Grund dafür liegt offenbar darin, daß bei diesem Antrieb im Gegensatz zu anderen Antriebsarten in jedem Augenblick die halbe Motorleistung nach jeder Lokomotivseite abfließt. Der jetzt mehrjährige Betrieb dieser Lokomotiven auf den schlesischen Gebirgsbahnen zeigt, daß sie besonders ruhig laufen.

Von Verschiedenen wird gegen diese Lokomotivbauart eingewendet, daß bei Benutzung eines einzigen Motors die Möglichkeit der Außerbetriebsetzung der ganzen Lokomotive bei Schäden an diesem Motor zu leicht gegeben sei. Dem steht die längere Erfahrung auf der schlesischen Gebirgsbahn entgegen. Der Motor läßt sich infolge offener Aufstellung auf dem Lokomotivrahmen in seinen Abmessungen sehr betriebsicher herstellen. Der Motor der obengenannten 2D1-Lokomotiven ist ausgezeichnet durchgebildet. Das zeigt sich daran, daß trotz Steigerung der Leistung gegenüber der Erstausführung bei einer als Probelokomotive vorweg gebauten, im Jahre 1917 gelieferten Lokomotive das Gewicht des Motors einschließlich Welle und Kurbel von 25,5 t auf 23,4 t bei den neuen Lokomotiven heruntergegangen ist. Die Leistung der Lokomotive, die vertraglich mit 450 t An gewicht auf der Steigung von 10 vT bei gegebenem Fahrpl gesetzt worden war, konnte auf 550 t, allerdings bei einem leichteren Fahrplan, unbedenklich erhöht werden. Der der offenen Bauart liegt darin, daß die Wärme gut ab werden kann, und daß die dem Verschleiß ausgesetzten Te Motors leicht zugänglich sind und jederzeit beobachtet können. Diese Bauart ergibt auch bei weitem geringere der Lokomotive und dementsprechend auch geringeres G und niedrigeren Preis als bei Aufteilung der Motorleistu sie in anderen Ländern, z. B. in der Schweiz, bevorzug Nachteilig sind die hohen Umdrehungszahlen des Triebge die mit Rücksicht auf eine angemessene Umfangsgesch keit des Ankers bis zu 400 in der Minute bei Höchstgesch keit betragen und besonders sorgfältige Ausbildung und haltung der Stangenlager und ihrer Schmiergefäße Herabminderung des Verschleißes und Ölverbrauches erf

Bei den neueren Lokomotivlieferungen hat die D Reichsbahn versuchsweise auch Personenzuglokomotiv mehreren Zahnradmotoren, und zwar mit Einzelantrieb Außerdem sind auch Lokomotiven mit Doppelmotoren u meinsamem Zahnradvorgelege beschafft worden, wobei das moment von den Zahnradvorgelegen auf die Achsen mittels welle und Kuppelstangen übertragen wird. Durch Ver versuche im Betriebe soll festgestellt werden, welcher Bau die Dauer der Vorzug zu geben ist.

Im Güterzugbetrieb wird allgemein der Zahnradmot wendet, und zwar in Form des Gruppenantriebes mit Zahn gelege und Kuppelstangen. Bei allen diesen Lokomotive je nach der Sorgfalt der Herstellung und Unterhaltun oder weniger Schüttelerscheinungen auf, die auf das G und auch auf die Zahnräder nachteilig einwirken. Wi daher der Einbau einer mit Dämpfung versehenen Feder das Zahnradvorgelege, und zwar möglichst in das Ritze Platz genug vorhanden ist. Abb. 16 bis 18 stellen eine neue zuglokomotive dar, von der 30 Stück demnächst zur Abli kommen. Der Antrieb der Achsen von der Vorgelegewe

a Stromabnehmer
b ölschalter
c Transformator mit Hüpfer
d Fahrtwendeschütze
e Wendefeldwiderstände
f Motoren mit Lüftsätzen
g Lüfter f. Transformator
h ölpumpe
i Luftpresser
k Kleine Apparate
l Umformer
m Fahrschalter
n Handluftpumpe
o Heizkörper

Abb. 16 bis **18.** Elektrische C + CGüterzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn.

Abb. 19 und **20.** Stromabnehmer für elektrische Vollbahnlokomotiven.

Nachteile der alten Bauart.

1. tärkere Druckunterschiede bei verschiedenen Bügellagen.
2. rößerer innerer Widerstand
3. rößeres Gewicht.
4. infache Isolation zwischen stromführenden Teilen und dem Dache, ei Isolatorbruch Kurzschluß.
5. lebelantrieb mit ungleichen Hebelmomenten.
6. rößere senkrechte und wagerechte Flächen der Scheren begünstigen as Lagern von Schnee und vergrößern den Winddruck.

Vorteile der neuen Bauart.

1. Geringere Druckunterschiede (1/3 der alten Bauart) bei verschiedenen Bügellagen.
2. Kleinerer innerer Widerstand (1/2 der alten Bauart).
3. Geringeres Gewicht.
4. Doppelte Isolation zwischen stromführenden Teilen und dem Dache, Kurzschluß verhindert.
5. Kettenantrieb mit Kurvenscheibe, daher möglichst gleichmäßige Hebelmomente.
6. Kleinere Winddruck- und Schneelager-Flächen.

hier durch Schrägstange, da die Mitte der Vorgelegewelle ulichen Gründen gegenüber der Achsmitte erhöht angeord- erden mußte.

Vährend im Anfang der Entwicklung den liefernden Elek- sfirmen in der elektrischen Ausrüstung völlig freie Hand en worden war, ist nach Übergang zur Reihenbeschaffung okomotiven nach Möglichkeit der Weg der Vereinheitlichung usrüstung beschritten worden. Bei den Motoren und Trans- oren schien das nach dem Stande der heutigen Entwick- noch nicht angebracht, dagegen sind die übrigen Teile der stung, wie Stromabnehmer, Meßgeräte, Schalter so ein- n ausgebildet worden, daß der Lokomotivführer auch auf otiven verschiedener Lieferungen die gleichen Einrichtun- orfindet und sich schnell zurechtfinden kann. Gleichzeitig nit eine möglichst weitgehende Vervollkommnung auf Grund ersuchsergebnisse angestrebt worden. Es würde zu weit , hier im einzelnen darauf einzugehen. Als Beispiel mögen ob. 19 und 20 dienen, in denen ein Vergleich zwischen früheren Stromabnehmerbauart und dem jetzigen Einheits- bnehmer dargestellt ist. Die Abbildungen lassen erkenen, wie die für die Stromabnehmer wichtigen Verhältnisse beim Einheitsstromabnehmer gegenüber der früheren Bauart verbessert worden sind.

E. Werkstätten.

Für die ordnungsmäßige Abwicklung des Betriebes ist die rechtzeitige Anlage ausreichender Werkstätten von großer Wichtigkeit. Dem ist im Anfange der Entwicklung nicht überall Rechnung getragen worden. Das hat man aber jetzt nachgeholt. Die Deutsche Reichsbahn verfügt über besonders eingerichtete Werkstätten für elektrische Lokomotiven in Lauban, Halle und Basel. Große, neuzeitlich eingerichtete Sonderwerkstätten für elektrische Lokomotiven werden jetzt in Dessau und München errichtet. Eine gleiche Werkstätte soll bei Breslau gebaut werden. Die bereits begonnenen Bauarbeiten wurden aber vorläufig zurückgestellt, da erst bei weiterer Ausdehnung der elektrischen Zugförderung die Errichtung dieser Werkstätte unbedingt notwendig ist.

Hand in Hand mit der Einrichtung dieser Hauptwerkstätten ging auch die zweckmäßige Ausgestaltung der Bahnbetriebswerke, so daß die elektrischen Bahnbetriebe jetzt eine sichere Stütze in ihren Werkstättenanlagen finden. [B 586]

Kugelgelenk mit Kardanaufhängung und neue biegsame Metallschläuche für Zugbeheizung.

Die Verwertung biegsamer Metallschläuche hat in der Industrie und Hauswirtschaft während der letzten Jahrzehnte große Fortschritte gemacht, ist aber im Eisenbahnwesen auf verhältnismäßig wenige Gebiete beschränkt geblieben. Hauptsächlich waren es Metallschläuche geringer Lichtweite und größerer Länge, die den Gummischlauch zu verdrängen vermochten, z. B. die Anschlußschläuche für Ausblasvorrichtungen der Lokomotivrohre. Bei größeren Lichtweiten nahm die Beweglichkeit rasch ab, und auch die mechanische Festigkeit und Widerstandfähigkeit gegen Verdrehung war der rauhen Behandlung

Abb. 1. Nahtloser biegsamer Tombakheizschlauch mit Kugelgelenk in kardanischer Aufhängung.
a Verbundschlauch, *b* Stahlbandgeflecht, *c* Ölpapierwicklung, *d* getränkte Hanfschnurwicklung, *e* Segeltuch.

Abb. 2. Zweiteiliger Dampfheizschlauch für Eisenbahn-Personenwagen.

im Eisenbahndienst, z. B. dem Schleppen der Schläuche auf dem Erdboden, nicht gewachsen. Einen besonders schwachen Punkt stellte der Anschluß des Schlauches an die festverlegte Mutterleitung (Dampf, Druckluft usw.) dar. Hier traten die meisten Schäden durch Abknicken oder Abdrehen des Schlauches auf.

Eine Lösung der Anschlußschwierigkeiten ist in dem in Abb. 1 dargestellten Kugelgelenk mit kardanischer Aufhängung gefunden worden, das von der Firma G u s t a v S c h l i c k , Dresden-N., ausgebildet worden ist. Das Gelenk, Bauart S c h w a g e r , zeichnet sich durch leichte Beweglichkeit hinsichtlich Kugel- und Drehbewegung aus, die auch bei hohem Innendruck erhalten bleibt. Das ist aber Vorbedingung für den einwandfreien Anschluß von Metallschläuchen, weil letztere wohl einen hohen Innendruck aushalten können, aber für die Übertragung von Dreh- und Biegungsmomenten nicht geeignet sind. Außerdem ist das Gelenk so durchgebildet, daß es dem fortzuleitenden Stoff in allen Stellungen den vollen Leitungsquerschnitt offen hält, ihm keine plötzlichen mit Stoß verbundenen Richtungsänderungen zumutet und keine eingebauten Teile und scharfen Vorsprünge enthält.

Die dichtende Kugelfläche ist als schützende Kappe ausgebildet und birgt in dem zwischen ihr und dem Anschlußstutzen liegenden Raume den Kardanring. Der Anschlußstutzen ruht auf einem b deren Tragring, damit die der kardanischen Bewegung fehlende a Drehmöglichkeit geschafft wird. Die Abdichtung vermittelt der am o Rande des Stutzens sitzende winkelförmige Gummiring, d beweglicher Schenkel durch den Innendruck auf die kugelige tungsfläche gepreßt wird und etwaige Herstellungsungenauigkeiten Gelenkteile als nachgiebiges Zwischenglied ausgleicht. Auf den f Schenkel legt sich der Wulst des Anschlußstutzens. Bei der Fortle von Dampf kann sich an keiner Stelle zwischen den bewegten T Niederschlagwasser ansammeln. Dadurch ist die Gefahr vermieden im Winter ein im Freien liegendes Gelenk nach dem Absperren Dampfes festfriert und dann bei Beginn der nächsten Verwendun beweglich ist.

Der einzige Bauteil, der einer stärkeren Abnutzung unterw ist, ist der Gummiring, der aber eine Betriebzeit von mehreren Mo leicht aushält. Er kann in einfachster und raschester Weise Sonderwerkzeuge ausgewechselt werden, da sich das Gelenk nach fernung der beiden seitlichen Splinte und Herausziehen der in Kugelkappe gelagerten Tragscheiben ohne weiteres auseina nehmen läßt.

In Verbindung mit dem beschriebenen Gelenk hat sich der los gewalzte Tombakschlauch der Deutschen Waffen- und Muni fabriken als einziger bewährt. Er zeichnet sich durch absolute heit aus, die auch nach langer Benutzungsdauer nicht nachlassen da ja keine Dichtstellen vorhanden sind, weiter durch hervorra federnde Beweglichkeit und große mechanische Festigkeit. Eine führungsart von besonders leichter und weitgehender Biegsamke der neue sogenannte Verbundschlauch nach R i n k e l , der in auf Biegsamkeit usw. jedem Gummischlauch überlegen ist.

Eine Sonderausführung des Verbundschlauches mit Kardange ist der in Abb. 2 dargestellte zweiteilige Dampfheizschlauch für bahn-Personenwagen, der die Frage der sicheren Beheizung l Personenzüge ihrer Lösung näher bringen dürfte. Bekanntlich r die bisher verwendeten einteiligen Gummiheizschläuche von nur 33 bis 38 mm l. W. nicht mehr aus, um den Heizdampf bis an das der Züge von mehr als 40 Achsen mit Sicherheit durchzubringen. Deutsche Reichsbahn und eine Reihe andrer Verwaltungen sind d dazu übergegangen, die Lichtweite der Heizleitungen und Heiz lungen zu vergrößern und gleichzeitig die Möglichkeit des Heizen höherem Dampfdruck zu schaffen. Dabei würden aber die Heizschl der bisher benutzten einteiligen Bauart so schwer und steif w daß sie nicht mehr gehandhabt werden können. Man teilt deshal Heizschlauch in der Mitte und hängt jeden Halbschlauch fest a Wagenstirnwand auf, wo er ebenso wie der Luftschlauch das Jahr über verbleibt. Gummi kommt als Schlauchbaustoff für Kupplungen nicht mehr in Betracht, da er den hohen Drücken Temperaturen nicht mehr gewachsen ist und infolge der große forderlichen Wandstärken seine Biegsamkeit verliert.

Eine der für diese neuen zweiteiligen Heizkupplungen vorge genen Lösungen ist der erwähnte Verbundschlauch mit Kardang aufhängung, der sich bereits in mehrjährigen Versuchen seiner A gewachsen gezeigt hat. Bei den Versuchen h Kuppplung einen Probedruck von 20 at ansta widerstanden. [M

Wirtschaftliche Fertigung auf d Gebiete der Schienenbahnen.

Innerhalb des Ausschusses für wirtschaf Förderwesen beim Ausschuß für wirtschaftlich tigung ist das ausgedehnte Gebiet des Förderw in einzelne Sondergebiete unterteilt worden, eine intensive Bearbeitung nach den vom Au kürzlich aufgestellten allgemeinen Richtlinien lich wird. So war zunächst ein U n t e r s c h u ß f ü r g l e i s l o s e n W e r k s t ä b o d e n v e r k e h r gegründet worden, desse beiten eine Vereinheitlichung der Bezeichnunge Bauarten und Größen und die Normung von Einzelteilen bilden.

Um auch auf dem Gebiete der auf S c h i e n e n b a h n e n be Fahrzeuge, hauptsächlich der Schmalspurbahnen für industriell landwirtschaftliche Betriebe, einen Einblick in die zurzeit besteh Verhältnise zu erhalten, hat der Ausschuß für wirtschaftliches F wesen nach Fühlungnahme mit maßgebenden Fachleuten einen ausschuß für dieses Gebiet gebildet. Auch hier liegt außerord vieles im argen, obschon in einzelnen Sondergebieten schon Ar in Richtung der Vereinheitlichung gewisse Ergebnisse gezeitigt

Die Bestrebungen sind im wesentlichen auf eine Vereinheitli und Normung zu richten, um dadurch billiger herstellen un Wirtschaftlichkeit in den Betrieben der Erzeuger wie auch in der Benutzer solcher Anlagen steigern zu können. Dieses Ziel jedoch nur durch tätige Mitarbeit aller an diesen Bestrebunge teiligten Verbände, Firmen und Fachleute, sowohl in Erzeuger- al in Verbraucherkreisen erreicht werden. Die nächste Sitzung des schusses für Schienenbahnen findet Mitte Oktober statt. Nähere kunft erteilt die Geschäftstelle des Ausschusses für wirtschafliche gung, Berlin W 15, Kurfürstendamm 193/94. [N

Zur Kritik des Lokomotivüberhitzers.

Von Regierungsbaurat R. P. Wagner, Mitglied des Eisenbahnzentralamtes, Berlin.

Es wird eine kritische Übersicht über die in Deutschland verwendeten Lokomotivüberhitzer gegeben; im Anschluß daran werden die Entwicklungsmöglichkeiten und Grundlagen für ihre Berechnung erörtert.

Der Lokomotivüberhitzer muß drei Hauptanforderungen ge- ...en:

a) er muß den Dampf in wirtschaftlicher Weise auf eine angemessene Temperatur (350 bis 380 °C) erhitzen;
b) bei mäßigen Anschaffungskosten muß der Aufwand für die Unterhaltung mäßig und die Lebensdauer möglichst groß sein;
c) er darf seiner Bauart nach weder selbst unzugänglich sein noch andere Lokomotivteile in ihrer Wirksamkeit beeinträchtigen oder unzugänglich machen, eine bei der gedrängten Bauart der Lokomotive schwer zu erfüllende Forderung.

Es soll nun geprüft werden, wie weit die bekannteren, bei ...e Deutschen Reichsbahn versuchten Überhitzerbauarten diesen ...derungen gerecht werden und welche Wege zu ihrer Ver...ekommnung beschreitbar sind.

In etwa historischer Folge sind nachstehende Überhitzer...arten bei der Deutschen Reichsbahn zu Versuchen und zum ... im Betriebe verwendet worden:

. Schmidtscher Flammrohrüberhitzer (Abb. 1), Erstausführung[1]),
. Schmidtscher Rauchkammerüberhitzer (Abb. 2 und 3), zeitweilig Regelbauart[2]),
. Schmidtscher Rauchröhrenüberhitzer (Abb. 4 und 5), jetzige Regelbauart[3]),
. Pielock-Überhitzer (Abb. 6 und 7), wenige Ausführungen an Betriebslokomotiven[4]),
Schmidtscher Mittelrohrüberhitzer (Abb. 10 bis 13), an zwei Betriebslokomotiven,
Schmidtscher Kleinrohrüberhitzer (Abb. 17 bis 19), an mehreren Betriebslokomotiven[5]),
Borsigscher Mittelrohrüberhitzer (Abb. 14 bis 16), an mehrerenBetriebslokomotiven,

8. Kammerüberhitzer Bauart Eßlingen (Abb. 8 und 9), an einer Betriebslokomotive,
9. Platz-Jakobsen-Überhitzer (Abb. 20), Kleinversuch,
10. Überhitzer der Deutschen Evaporator-Gesellschaft (Abb. 21 und 22), Versuche eingeleitet,
11. Überhitzer nach Vorschlag Dauner (Abb. 23 bis 26), Versuche eingeleitet,
12. Spiralüberhitzer Bauart Uddeholm (Abb. 27 bis 29), Versuche vorbereitet[6]).

Der Schmidtsche Flammrohrüberhitzer, Abb. 1, wohl die erste Ausführung eines betriebsfähigen Überhitzers an einer Lokomotive, zeigt, daß die heute dem Wärmeingenieur geläufigen Forderungen hoher Dampf- und Rauchgasgeschwindigkeit bereits erfüllt wurden, eine wirksame Überhitzung also sichergestellt war. Dem Dampf standen sogar recht enge Wege zur Verfügung, so daß seine Geschwindigkeit groß war, allerdings auf Kosten eines starken Druckabfalles. Immerhin mußte der Nutzen der Überhitzung stark überwiegen. Auch die Rauchgasgeschwindigkeit in dem weiten Rohre muß groß gewesen sein, und die fühlbare Wärme der Abgase, über deren Messung Unterlagen nicht mehr vorhanden sind, dürfte dementsprechend sehr hoch gewesen sein, wofern nicht die Drosselklappen teilweise geschlossen wurden. Bei den damaligen Naßdampflokomotiven, die meist mit etwa 400 ° Abgastemperatur arbeiteten, konnte das nicht auffallen. Der Überhitzer erfüllte aber nicht die An-

[1]) Vergl. Z. Bd. 45 (1901) S. 1663 und Z. Bd. ... (1923) S. 743.
[2]) Vergl. Z. Bd. 45 (1901) S. 1666.
[3]) Vergl. Z. Bd. 54 (1910) S. 847.
[4]) Vergl. Z. Bd. 49 (1905) S. 773 und Bd 48 ... S. 17.
[5]) Vergl. Z. Bd. 59 (1915) S. 646 u. f.
[6]) Vergl. Z. Bd. 65 (1921) S. 1044.

Abb. 1. Schmidtscher Flammrohrüberhitzer, Erstausführung.

Abb. 2 und 3. Schmidtscher Rauchkammerüberhitzer.

Abb. 4 und 5. Schmidtscher Rauchröhrenüberhitzer.

forderungen unter b) und c), da das Flammrohr im Betriebe nicht dauernd dicht zu erhalten war.

Alle Rohre im Lokomotivkessel, selbst die heute üblichen Rauchrohre, erleiden durch den Auftrieb bei gefülltem Kessel eine gewisse Durchbiegung nach oben, die mit abnehmendem Rohrdurchmesser und steigender Rohrlänge wächst, und diese Durchbiegung mildert wesentlich den Längsdruck des Rohrbündels auf die Rohrwände bei Erwärmung im Betriebe. Das weite Flammrohr, das nicht meßbar durchgebogen wurde, mußte also ungünstig auf die Dichtung in den Rohrwänden einwirken.

Dem Flammrohrüberhitzer folgte nach den Vorschlägen der Schmidtschen Heißdampfgesellschaft der Rauchkammerüberhitzer, Abb. 2 und 3. Hier waren genügende Dampfquerschnitte vorgesehen, um bei noch ausreichender Dampfgeschwindigkeit den Druckabfall in mäßigen Grenzen zu halten. Die wirtschaftlichen Ergebnisse der damit ausgerüsteten Lokomotiven konnten durchaus befriedigen; bei Überlastung der Kessel, wie sie bei den verhältnismäßig kleinen Lokomotiven unvermeidlich war, wurden Dampftemperaturen bis über 380° erzielt.

Die Führung des Dampfstromes war hier wie bei allen Schmidtschen Überhitzerbauarten so, daß der Dampf etwa auf die Hälfte seines Weges im Gegenstrom zum Gas lief, um den Wärmeübergang zu verbessern.

Diese Bauform war auf die Dauer ebensowenig lebensfähig wie die erste wegen der oben geschilderten Schwierigkeiten, das Flammrohr von 250 mm lichter Weite dauernd dicht zu halten.

Nachdem einmal die Schäden des Flammrohres richtig erkannt waren, wurde ihre Beseitigung durch Verringerung des Rohrdurchmessers unter Rückkehr zur Längslage der Überhitzereinheiten angestrebt und auch im wesentlichen erreicht. So entstand die Regelbauart des Großrohrüberhitzers der Deutschen Reichsbahn, Abb. 4 und 5, die auch fast unverändert in den meisten Ländern der Erde übernommen wurde. Der Dampf durchstreicht bei dreimaliger Umlenkung um 180° die vier Rohre, die jeweils in einem Rauchrohr liegen und, mit einem gemeinsamen Flansch am Sammelkasten befestigt, eine Einheit bilden.

Bei dieser Anordnung war es verhältnismäßig leicht, durch richtige Bemessung des Durchmessers der Dampf- und Rauchrohre für die üblichen Kessellängen geeignete Dampf- und Gasgeschwindigkeiten in jeder Einheit zu erzielen. Die Abstimmung der Heizfläche zur Dampflieferung des Kessels konnte in einfacher Weise durch die Zahl der parallelgeschalteten Einheiten erfolgen.

Seine Vorzüge verhalfen dem Rauchrohrüberhitzer zu seiner allgemeinen Beliebtheit. Bei ihm wurde erstmals die Frage wichtig, in welche Wärmezone der Überhitzungsvorgang zweckmäßig zu verlegen wäre. Weites Vorstrecken gegen die Feuerbüchse hin w unbedingt zu erstreben, um d hohe Temperaturgefälle ausz nutzen (an der Feuerbüchsroh wand etwa 1000°, 400 mm v ihr etwa 600°, am Rauchka merende 280 bis 300°), fa jedoch bald seine Grenze in d Unvollkommenheit der Ausb dung der Umkehrenden und Mängeln der Unterhaltung i Betriebe. Die zuerst bis 300 m an das Feuerbüchsende d Rauchrohre herangeschoben Temperguß-Umkehrenden, in die Rohre mit Feingewinde ei geschraubt waren, erglüht bald, da sie durch den durc streichenden Dampf nicht g nügend gekühlt wurden und Wärmeabfluß an die anschl ßenden Rohre durch die Di tungsmittel behindert wurde. Auch wurde vielfach beobacht, daß die Rauchrohre im Betriebe nicht genügend oft durchgeblas wurden und die Überhitzerrohre in dem übergerissenen Koks w im Schmiedefeuer lagen, erglühten und sich durchbogen.

Als Hilfsmittel gegen diese vorzeitige Zerstörung d Überhitzers empfahl die Schmidtsche Heißdampfgesellschaft Beibehaltung der ursprünglich bei Flammrohr-, Rauchkamm- und Rauchrohrüberhitzer verwendeten Drosselklappen für Rauchgase, um wenigstens beim Halten der Lokomotive das E glühen des Überhitzers zu vermeiden. Diese Klappen aber, durch einen selbsttätig arbeitenden Dampfzylinder vom Dam regler gesteuert wurden, zeigten sich in der Unterhaltung läst, da sie sich häufig verbogen und die Zugänglichkeit zu d Dichtungsstellen beeinträchtigten.

Die preußische Staatsbahn verließ daher die Klapp anordnung und verlegte die Umkehrenden während des Krieg auf 600 mm von der Feuerbüchse zurück. Das Ergebnis w daß zwar die Rohrschäden wesentlich zurückgingen, ebenso a auch die Überhitzung auf etwa 300 bis 320°. Diese niedrige Üb hitzung war während des Krieges ohnedies erwünscht, da n minderwertige Zylinderöle niedrigen Flammpunktes zur Ver gung standen; nach Schluß des Krieges aber mußte energi auf Besserung der Verhältnisse hingearbeitet werden.

Die erste Handhabe dazu bot eine verbesserte Herstellu der Umkehrenden. Sie wurden aus Flußeisen gestanzt u autogen mit den Röhren verschweißt; das erleichterte d Wärmeabfluß beträchtlich und vermied die Dichtstellen. N besser war die bald nach Deutschland übernommene H stellungsmethode der American Superheater Co, welche die U kehrenden auf Sondermaschinen aus den Rohren selbst sch und billig herstellte. Diese Bauarten der Umkehrenden b friedigten und legten nahe, nun wieder den Überhitzer wei in die heiße Zone vorzuschieben.

Zu diesem Zweck wurden zahlreiche Versuche im Lo motiv-Versuchsamt Grunewald und im Betriebe gemacht, erst mit laboratoriumsmäßig genauen Messungen, die ergaben, d einerseits bei einer Entfernung von 400 mm von der Feuerbü rohrwand der Überhitzer in seiner neuen Ausführung die b wünschten Dampftemperaturen von 350° und mehr erreic anderseits durch die höhere Temperatur in seiner Lebensda

Abb. 6 und 7. Pielock-Überhitzer.

Schnitt E-F

Grundriß des Stützrohres

Schnitt C-D

Schnitt A-B

Abb. 8 und 9. Kammerüberhitzer Bauart Eßlingen.

...beeinträchtigt wurde. Diese Entfernung wurde danach ... künftigen Ausführungen und Erneuerungen zugrundegelegt.

Während die Lage der hinteren Umkehrenden sich als ...rst bedeutungsvoll für gute und wirtschaftliche Überhitzung ...es, haben die vorderen Umkehrenden zwischen den beiden ...en jeder Einheit erst allmählich die jetzt übliche Form und ... erlangt. Viele Jahre hindurch wurde die anfängliche Bau... beibehalten, bei der die Überhitzerrohre bis in die Rauch...ner vorgezogen und beide Einheitshälften ohne Kappe durch ... Rohrbogen verbunden wurden. Maßgebend dabei war ...bar der Gedanke, die Überhitzerheizfläche so groß wie ...ich zu machen.

Dies hatte natürlich nur so lange Berechtigung, wie die ...fläche wirklich nutzbar war, d. h. ein Temperaturgefälle ...utzte. Als daher mit der reichlicheren Bemessung der ...el und ihrer geringeren spezifischen Belastung die Abgas...eraturen auf die jetzt üblichen Werte sanken, zog man, ... ersten Male bei der deutschen 1-E-Güterzuglokomotive der ...ung G 12, daraus die Folgerung, daß man das vorn ge...ssene Rohrpaar etwa in der Zone abschnitt, wo man etwa ...is 370° Gastemperatur in den Rauchrohren erwarten durfte. ...un die Umkehr im Rauchrohr stattfand, wurde aus dem ...bogen eine gleiche Umkehrkappe wie an den Hinterenden. ...rgab sich, daß die Überhitzung trotz Verlustes einer ganzen ...hl Quadratmeter nicht geringer wurde, wohl aber ein un...es Gewicht gespart werden konnte. Die Richtigkeit der ...legung wurde auch durch Versuchsreihen mit verschieden ...en Umkehrenden bestätigt, die Young im Lokomotivver...samt der Pennsylvania R. R. anstellte. Anderseits ist die ...erwähnte Überlegung falsch, daß der Heißdampf vorn im ...ren Rohrteil durch das negative Temperaturgefälle gegen... den Rauchgasen rückgekühlt werden könne. Dazu ist das ...lle zu gering (< 50°) und der Heißdampf bei 12 bis 14 at zu ... im Wärmeaustausch. Die einzige starke Rückkühlung ...t an der gemeinsamen Scheidewand im Sammelkasten statt, ... dieser sollte daher in Zukunft stets zweiteilig ausgebildet ...en.

Damit war etwa die jetzige Bauform des Schmidtschen ...rohrüberhitzers erreicht, der für Kessel von 8000 bis ...0 kg stündlicher Dampflieferung üblich ist. Seine An...ng an neueste und künftige Kesselabmessungen soll weiter ... behandelt werden.

Gänzlich von den geschilderten Bauformen wichen die ...merüberhitzer ab, deren wichtigste Vertreter die Bauarten ...lock, Abb. 6 und 7, und E ß l i n g e n, Abb. 8 und 9, sind. In seinem Rauchkammerüberhitzer hatte auch Schmidt noch eine Art von Kammer, doch hatte er sie so eng wie möglich bemessen und dadurch hohe Gasgeschwindigkeit und straffe, den Dampfrohren parallele Streichrichtung der Rauchgase erzielt.

Die Bauarten Pielock und Eßlingen aber gingen weit von diesen Grundsätzen ab. Pielock fügte in den Rundkessel eine von allen Heizrohren durchzogene Kammer ein, wo der Dampf, durch Lenkbleche geleitet, einen möglichst langen Weg quer zu den Rohren durchstreichen und sie umspülen sollte. Mit diesem Überhitzer wurden nur Dampftemperaturen von 230 bis 260° erzielt. Der Mißerfolg konnte nicht ausbleiben, denn die Geschwindigkeit des die Rohre frei umspülenden Dampfes war viel zu gering, um ihn zur Wärmeaufnahme zu zwingen. Die Übertragung geschah im Querstrom. Die Heizgase hingegen waren straff geführt.

Auch in eine Zone größeren Temperaturgefälles konnte der Pielock-Überhitzer nicht gelegt werden, da sonst die im Überhitzer nicht durch Wasser gekühlten Heizrohre durch Erglühen schnell zerstört worden wären. Der unvermeidliche Mißerfolg ist vereinzelt vorausgesehen worden und planmäßig eingetreten.

Etwa denselben Gedankengang, aber in umgekehrter Richtung, verfolgte der baulich sehr gut durchgearbeitete Eßlinger Kammerüberhitzer. Hier wurde der Rundkessel unterbrochen durch eine Überhitzerkammer, so daß zwei hintereinander geschaltete Heizrohrbündel entstanden, zwischen denen eine mittlere Rauchkammer lag. Ihre Wände waren, um Erglühen zu vermeiden, als dampfdurchstrichene Stahlgußkammern ausgebildet; für Löscheabgang war gesorgt. Die Überhitzerrohrbündel wurden in Windungen quer durch die Kammer geführt, so daß sie vom Gasstrom quer getroffen wurden.

Auch diese Bauform konnte unmöglich hohe Temperaturen erzielen und erreichte auch tatsächlich nur etwa 280°. Zwar war der zu erhitzende Dampf straff geführt, doch hatten die Rauchgase in der Kammer eine verhältnismäßig geringe Geschwindigkeit und gaben daher wenig von ihrer Wärme ab. Auch hier machte es Schwierigkeiten, den Überhitzer in eine Zone hohen Temperaturgefälles zu legen, da dann das hintere Rohrbündel sehr kurz (etwa 400 mm) und steif geworden wäre und dadurch die Lebensdauer der Rohrwände beeinträchtigt hätte; ebenso wäre die Kühlung der Kammerwände schwierig geworden.

Es ist daher ohne weiteres verständlich, daß derartige Bauformen keine weitere Verbreitung fanden und die weitere Entwicklung unter Voraussetzung hoher Dampf- und Gasgeschwindigkeit und straffer Führung beider Mittel vor sich ging. Die

Schmidtsche Gesellschaft selbst kam mit neuen Vorschlägen zur Weiterbildung ihres Großrohrüberhitzers.

Der erste Schritt war der Mittelrohrüberhitzer, Abb. 10 bis 13. Hier wurden Rauchrohre von etwa 100 mm Weite verwendet, die an sich größere Schmiegsamkeit auch in kürzeren Kesseln versprachen. Der Inhalt jedes Rauchrohres bildete wiederum eine mit den anderen parallel geschaltete Einheit aus Dampfrohren kleinerer Weite als beim Großrohrüberhitzer, doch wurde der Dampf nicht mehr viermal im Rauchrohr hin- und hergeleitet, sondern ein vom Sammelkasten abgehendes Rohr gabelte sich in der Rauchkammer in zwei Arme; der Dampf durchstrich also das Rauchrohr in zwei parallelen Zweigen und nur je einmal hin und zurück und wurde dann wieder vereint dem Sammelkasten zugeführt. Ein Versuch wurde an zwei Güterzuglokomotiven vorgenommen; es zeigte sich, daß zwar etwa dieselben Temperaturen wie beim Großrohrüberhitzer erreicht wurden, aber nicht mehr. Als lästige Nebenerscheinung ergab sich, daß in der Schmidtschen Ausführung das gemeinsame Zuführungsrohr der Einheit für den dickflüssigen Naßdampf nicht weit genug gemacht werden konnte, so daß ein starker Spannungsabfall eintrat. Immerhin kann wohl diese Bauart, besonders für mittlere und kleine Kessel, zweckdienlich weiter ausgebildet werden, um Gewicht zu sparen. Für große Kessel erschienen seine Vorteile nicht groß genug, um die Vorteile einer bereits auf anderem Wege erreichten Einheitsbauart aufzugeben.

Abb. 12.

Abb. 13.

Abb. 10 und 11.

Abb. 10 bis 13. Schmidtscher Mittelrohrüberhitzer.

Ähnlich dem Schmidtschen Mittelrohrüberhitzer ist ein von Borsig durchgebildeter Überhitzer, Abb. 14 bis 16, der ebenfalls Rauchrohre von etwa 100 mm Weite hat. Hier wurde der Dampf in Rohren kleineren Durchmessers (23/29 mm) wie im Großrohrüberhitzer viermal durch jedes Rauchrohr geleitet. Er wurde in fünf Tenderlokomotiven der Berliner Stadtbahn eingebaut, doch zeigte er ebenso wie der Schmidtsche Mittelrohrüberhitzer dem Großrohrüberhitzer gegenüber keine Vorteile. Es gilt daher auch für ihn das oben Gesagte.

Einen energischen Schritt vorwärts auf demselben Gedankenwege machte die Schmidt-Gesellschaft mit ihrer jüngsten Bauform, dem Kleinrohrüberhitzer, Abb. 17 bis 19. Durch Verwendung engerer Rauchrohre von etwa 64 bis 70 mm Weite und möglichst volle Besetzung des ganzen Rohrbündels sollten die Nachteile ungleicher Gasgeschwindigkeit in Rauch- und Heizrohren verringert werden. Außerdem sollte die Temperatur des Heißdampfes beim Anfahren schneller und möglichst auch höher ansteigen, als es sich beim Großrohrüberhitzer (damals noch mit 600 mm Entfernung von der Feuerbüchsrohrwand) erreichen ließ. Hier enthält jedes besetzte Rohr nur eine D rohrschlange von 19 mm lichter Weite; mehrere Rauch sind für einen Dampfweg hintereinander geschaltet. Un übergroße Anzahl der Anschlüsse am Sammelkasten zu ve dern, hat man meist drei Dampfwege vereinigt und mit Flansch befestigt, d. h. der Inhalt von 4 bis 6 Rauchrohren mehr bildet ein Stück und muß gleichzeitig ein- und ausg werden.

Bei dem unvermeidlichen Verziehen der Überhitzer in der Wärme ist das Ein- und Ausbringen solcher Ei schwierig und zeitraubend; die Zugänglichkeit der Rauch und ihre Reinigung ist infolge der vielen Rohrkreuzung der Rauchkammer wesentlich schwerer als bei der Regelbau Auch zeigte ein an mehreren Tender- und einer Güterzug motive durchgeführter Versuch, daß die Dampfentwicklun Kessels durch die Bauart stark beinträchtigt wurde; eine reichende Dampferzeugung konnte selbst bei Kesseln mä Länge und bei stark erhöhter Blasrohrleistung kaum e werden. Der Rauchrohrdurchmesser ist also im Verhältn den Reibungsflächen, an denen die Gase entlangströme klein, und ausreichende Gasgeschwindigkeiten können ohn wirtschaftliche Erhöhung des Blasrohrdruckes nur bei kür Kesseln erreicht werden; für längere Kessel ist also der D messer der Rauchrohre über die wirtschaftliche Grenze h verengt worden.

Im Vergleich zu Großrohrüberhitzern der früheren ausführung (Dampfrohre von 30/36 mm Dmr.) zeigte der rohrüberhitzer tatsächlich schnelleres Ansteigen der D temperatur beim Anfahren, dagegen war eine nur wenig h Dauertemperatur nur durch wesentlich höheren Gegendru Blasrohr zu erkaufen. Als nun aber aus andern Gr (Lebensdauer) die Wandstärke der Dampfrohre des Gro überhitzers um 1 mm auf 30/38 mm vergrößert worden wa nun sorgfältige Vergleichsversuche mit den Tenderlokomotive Berliner Stadtbahn (Gattung T 12) stattfanden, zeigte sic erwarteterweise, daß die Dampftemperatur beim Anfahren Großrohrüberhitzer wesentlich schneller anstieg. Eine prüfung ergab, daß nach der Verstärkung der Großrohrüber mehr wog als der des Rauchrohrdurchmessers wegen kaum stärkbare Kleinrohrüberhitzer.

Hieraus ergab sich die wertvolle Erkenntnis, daß bei fall von Dämpfungsklappen die Eisenmasse des Überhitzers Halten wesentliche Wärmemengen aufspeichert und schn den Dampf abgibt; die Abgabe steht etwa im Verhältnis Eisengewicht der Dampfleitungen. Damit war ein ein Mittel gegeben, günstige Anfahrtemperaturen auch beim rohrüberhitzer zu erzielen, zumal auch im Dauerbetriebe Sc durch die Wärmeaufspeicherung nicht wahrzunehmen war

Abb. 14 und 15.

Abb. 14 bis 16. Borsig-Mittelrohrüberhitzer.

Abb. 16.

Abb. 20. Platz-Jakobsen-Überhitzer.

Die Reichsbahn hat daher mit Rücksicht auf die betrieb-
en Nachteile bisher von der Weiterverfolgung des Kleinrohr-
hitzers abgesehen und der Weiterbildung der Regelbauform
Aufmerksamkeit zugewendet.

Ein beachtenswerter Vorschlag in dieser Richtung war der
wurf von Platz-Jakobsen, Abb. 20. Die Erfinder führen
e Dampf im Rauchrohr normaler Weite in zwei konzentrischen
rleitungen zurück und wieder nach vorn. Der Aufbau ist
sch richtig, denn der Gasstrom zwischen Rauchrohrwand und
e den Dampf rückwärts führenden Ringrohr wird sich stärker
ihlen als der Gasstrom der inneren Ringleitung, der nur vom
Dampf gekühlt wird, noch dazu an der inneren Wand nur im
chstrom. Dadurch wird aber anderseits dem inneren Gas-
m zu wenig Wärme entzogen, und er entweicht zu heiß; ein
versuch mit ein-
en Einheiten er-
a daher keinen hö-
en thermischen
kungsgrad als die
elbauart.

ie Ausführungs-
en der Deut-
en Evapora-
or-Gesell-
aft, Abb. 21
22, und der Vor-
ag des Oberregie-
gsbaurats Dau-
, Stuttgart, Abb.
bis 26, mit denen
suche eingeleitet
il, versuchen da-
die Lösung im
e einer Konzen-
ion der Über-
erheizfläche in der
en Zone, wäh-
d im vorderen
chrohrteil nur die
und Abführungs-
re liegen. Die
ere Bauart ver-
det einen Rohr-
f, der maschinell
rückt und mit
einer spiraligen Scheidewand innen versehen wird. Der Dampf
strömt also in einem Schraubengang einer zweigängigen Schraube
nach hinten und kehrt im andern Gange nach vorn zurück. Es
wird abzuwarten sein, inwieweit die gemeinsame Zwischenwand
den bereits überhitzten Dampf zurückkühlt. Die Rückkühlung
dürfte gering bleiben, wenn die Temperatur der Scheidewand
durch recht innige Verbindung mit der heißen Außenhaut der
Schraube an jeder Stelle ein positives Wärmegefälle sichert. Der
Erfolg dürfte dann der sein, daß gleiche Leistung mit geringerem
Gewicht erzielt wird. Die Lebensdauer des teuren Rohrkopfes
wird für seine Verwendbarkeit entscheidend sein.

Dauner verlegt ebenfalls die Heizfläche in die heiße Zone
und verdreht zu dem Zweck zwei am heißen Ende durch eine
Umkehrkappe verbundene Dampfrohre schraubenförmig. Die

Abb. 17 bis 19. Schmidtscher Kleinrohrüberhitzer.

Ausführung ist einfacher und billiger als der Rohrkopf und eine Rückkühlung ist keinesfalls zu befürchten; auch wird die schraubenförmige Führung von Gas und Dampf den Wärmeaustausch fördern. Der Versuch ist also unbedingt aussichtsreich, da auch diese Bauform Gewicht spart; wie weit durch den Schraubenkopf der Widerstand für den Gasstrom erhöht wird und ob die Bauform gute Reinhaltung der Rauchrohre gewährleistet, muß der Versuch entscheiden.

Die schwedische Versuchsausführung der Uddeholm-Röhrenwerke, Abb. 27 bis 29, folgt demselben Gedanken wie Dauner; sie behält aber den Großrohrüberhitzer bei und verlegt ihn nur schraubenförmig verwunden in zylindrischen Rauchrohren. Die bessere Durchwirbelung des Gasstromes wird vielleicht eine erhöhte Wärmeausnützung ermöglichen; an Gewicht wird hier nichts gespart. Über die Reinhaltung der Rauchrohre muß ebenfalls der (in Vorbereitung befindliche) Versuch entscheiden.

Wie das Gesagte zeigt, wird die Zukunft vielleicht Änderungen in der Bauform der Überhitzerdampfrohre bringen. Daneben hat jedoch die Verwendung des Großrohrüberhitzers für Lokomotiven mit großen Kesseln (2000 PS_i und darüber) in der letzten Zeit einige Erkenntnisse gebracht, die auch bei Anwendung andrer Rohrformen Bedeutung behalten.

Abb. 21 und 22. Überhitzer der Deutschen Evaperator-Gesellschaft.

Abb. 23 bis 26. Überhitzer Bauart Dauner.

Abb. 27 bis 29. Überhitzer Bauart Uddeholm.

Die 1 D 1-Personenzuglokomotive, Gattung P 10 der Deutschen Reichsbahn, die eine Verdampfungsheizfläche (feuerberührt) von 220 m² bei einer Entfernung zwischen den Rohrwänden von 5800 mm und eine Überhitzerheizfläche von 82 m² hatte, zeigte auffallend niedrige Heißdampftemperaturen im Betriebe (300 bis 320 °), ebenso die letzte von der Sächsischen Staatsbahn vor dem Aufgehen in der Reichsbahn gebaute 1 D 1-Schnellzuglokomotive der Gattung XX HV mit derselben Rohrlänge (280 bis 300 °). Um den Mangel zu beheben, wurde bei einer P 10 versuchsweise die Anzahl der Überhitzereinheiten von 34 auf 41, also die Heizfläche des Überhitzers auf 99 m² erhöht. Hierbei behielten die Rauchrohre die bisherige Regelweite von 125 mm, die Überhitzerrohre die von 30/38 mm, das hintere Umkehrende aber wurde von 600 auf 400 mm an die Feuerbuchsrohrwand herangeschoben.

Der Erfolg beider Maßregeln war eine Verbesserung der Überhitzung auf etwa 340 °, also um 20 °. Offensichtlich wird hierbei der Anteil der Verschiebung in die heiße Zone am wesentsentlichsten sein, wie andre Vergleichsversuche mit 1 E-Güterzuglokomotiven der Gattung G 12 mit verlängerten Überhitzern gezeigt haben; durch die Vermehrung der Einheiten hingegen wurde nichts Nennenswertes erreicht.

Das war auch nicht zu verwundern, denn durch die Maßnahme wurde die Summe der Querschnitte der Dampfwege im Überhitzer von rd. 240 cm² auf rd. 290 cm² vergrößert, d, h, die Dampfgeschwindigkeit bei 14 000 kg/h Dampflieferung des Kessels von rd. 22 m/s auf rd. 18,3 m/s herabgesetzt.

Die Gasgeschwindigkeit in jedem Rauchrohr aber wurde nicht verändert. Während nun von jeher die Weite der Heizrohre in einem gewissen Erfahrungsverhältnis zu ihrer Länge gewählt wird, wurde die Weite der Rauchrohre ohne Rücksicht auf ihre Länge und die Ausbildung der Rohrschlangen gleichmäßig mit 125 mm im Lichten beibehalten. Die Geschwindigkeit der Rauchgase wächst mit dem Rohrquerschnitt und sinkt mit der Summe der Reibungsflächen, an denen sie vorbeistrei[...] Die Beziehung $\frac{F}{Q}$, worin F in m² die Summe der Wandreib[...] flächen, Q in m² den lichten Rohrquerschnitt darstellt, wird [...]her zu einem Vergleich der Gasgeschwindigkeiten in den Ro[...] dienen können.

Ein Vergleich mit einer Anzahl wohlgelungener äl[...] Reichsbahn-Lokomotivgattungen mäßiger Rohrlänge (4500 [...] 5000 mm) zeigt nun, daß der Durchmesser stets so gewählt w[...] daß das Verhältnis F/Q etwa 400 bis 420 wurde. Die Masch[...] mit guter Überhitzung zeigen nun auch für die Rauchrohre[...] denen F die Summe der Rauchrohr- und Schlangenoberfläch[...] etwa denselben Wert 400, d. h. ohne die absolute Rauchgesch[...]digkeit zu kennen, kann man folgern, daß zur Erzielung [...] Überhitzung mindestens dieselbe Rauchgasgeschwindigkeit [...] jedem Rauchrohr erzielt werden muß wie in jedem Heiz[...] Daß gleiche Geschwindigkeiten daneben für die gleichmä[...] Verdampfung am günstigsten sind, leuchtet ohnedies ein.

Bei der P 10 wurden nun von Beginn Heizrohre von 5[...] l. W. gewählt, die ein Verhältnis von rd. 460 ergaben; [...] Beziehungswert für die Rauchrohre aber lag über 500, [...] heißt die Gasgeschwindigkeit in den Rauchrohren war vie[...] klein. Noch mehr war dies bei der XX HV der Fall, die H[...]rohre von 52 mm Weite hatte; für sie war das Verhältnis [...] = rd. 450. Dabei hatte sie dieselben Rauchrohre wie die P[...] daher war ihre Überhitzung noch geringer.

Es erschien also vor allen Dingen nötig, die Rauchr[...] zu erweitern, um die Gasgeschwindigkeit in ihnen zu erhö[...] Die Prüfung ergab, daß eine Erweiterung um 10 mm auf 135[...] Dmr. genügt, um ebenfalls etwa den Beziehungswert 460 zu[...]reichen. Es wurde daher versuchsweise eine P 10 mit 35 Ra[...]rohren (der besseren Rohrteilung wegen nicht 34) von 135[...] Dmr. ausgerüstet. Die Überhitzerschlangen wurden um ei[...] Millimeter auseinandergezogen, um den Rauchrohrquers[...] gleichmäßig auszufüllen. Das Umkehrende wurde ebenfalls [...] 400 mm an die Feuerbuchse herangeschoben.

Die Vergleichsversuche mit der 41rohrigen P 10 bei [...]selben Zügen und gleichen Leistungen ergaben eine Steiger[...] der Heißdampftemperatur auf 355 bis 360 °; sie stieg sogar [...] einzelnen Fahrten bis auf 377 °. Die Richtigkeit der Überleg[...] war damit erwiesen.

Die erwartete Steigerung der fühlbaren Wärme der Ra[...]rohrabgase blieb in mäßigen Grenzen (rd. 30 °), so daß sie [...] die Gesamtwirtschaft der Maschine ohne erkennbaren [...]fluß blieb.

Hiermit bot sich ein Weg, unter Erhaltung der bewäh[...] Bauart die Leistung des Überhitzers stark zu steigern und [...] Kesseln großer Leistung anzupassen; wo erwünscht, wird [...] möglich sein, durch weitere mäßige Vergrößerung der Ra[...]rohre die Gasgeschwindigkeit in ihnen über die der Heizr[...] hinaus zu vergrößern bis zu der Grenze, die durch die Wä[...] der Rauchrohrabgase gezogen ist. Ob dies bis zur Höhe [...] 450 ° möglich sein wird, der für eine Hochdruck-Turbolokom[...] erstrebenswerten Heißdampftemperatur, wird durch Vorvers[...] zu entscheiden sein. Erst wenn diese Versuche ungünstig [...]fallen, wird man nach neuen Bauformen für Lokomotiv-Überhi[...] zu suchen haben. [B 54[...]

Die Einheitspersonenwagen der Deutschen Reichsbahn.

Von Dipl.-Ing. Speer, Regierungsbaurat, Berlin

Gründe für Neuentwurf der Personenwagen der Deutschen Reichsbahn. Gestaltung und Ausführung der eisernen D-Zug- und Personenzugwagen. Versuche mit einem neuartigen Drehgestell.

Während für Güterwagen bereits vor längerer Zeit vom Deutschen Staatsbahn-Wagenverbande für das ganze Reichsgebiet einheitliche Ausführungen geschaffen ven, wurden die Personenwagen von den im Besitze einzelnen Bundesstaaten befindlichen Bahnen nach eigenen, weise erheblich voneinander abweichenden Entwürfen ge-t. Nach Vereinigung der Staatsbahnen zum einheitlichen ernehmen „Deutsche Reichsbahn" mußten auch für Personen-en Einheitsbauarten geschaffen werden. Vorhandene Wagen für auszuwählen, war naheliegend, schien aber nicht er-nscht.

Die Staatsbahnen hatten die Bauart ihrer Wagen im entlichen unabhängig voneinander entwickelt. Jede hatte enüber den andern gewisse Vorzüge. Manche zweckmäßige richtung war auf Grund örtlicher Bedürfnisse entstanden, aber auch allgemeine Vorteile. Die Abweichungen be-den vorwiegend in der äußeren Gestaltung, wie Grundriß-eilung, Innenausstattung, Fenster und Türen, Achsanord-g, Bühnenabschlüssen usw.

Gleichzeitig bestanden aber auch Gründe dafür, den Auf- des Kastengerippes und des Untergestells, der bei den ver-edenen Bauarten wenigstens grundsätzlich geringere Unter-ede aufwies, vollständig neu zu entwerfen.

Die mit Rücksicht auf wirtschaftliche Fertigung und Er-ung notwendige Normung und Austauschbarkeit der Bau-fe und der einzelnen Bauteile läßt sich durch Änderung vorhandenen Ausführungen nicht zweckmäßig durchführen. ier waren Bauteile und Baustoffe äußerst vielteilig. Auf schaftliche Fertigung und Erhaltung hatte man sehr wenig ksicht genommen.

Die gesteigerten Ansprüche an Wirtschaftlichkeit und Be-sicherheit, die veränderten Verhältnisse in bezug auf Be-ffung und Verwendung der Baustoffe und ihre Verarbeitung Neubau und Erhaltung hatten die preußisch-hessischen tsbahnen bereits seit 1908 veranlaßt, in steigendem Maße sonenwagen mit eisernem Kastengerippe zu bauen. Solange sich noch um Versuche handelte, entstanden so viele mehr weniger voneinander verschiedene Bauarten. Die Erfah-gen mit den eisernen Personenwagen sind aber äußerst stig. Die langjährigen Versuche sind nunmehr zu einem chluß gekommen, und die Erfahrungen hierbei wurden des- für die Entwürfe von einheitlichen Ausführungen ver-tet.

Über die Entwicklung der eisernen Personenwagen habe in dieser Zeitschrift Bd. 65 (1921) S. 261 u. f. ausführlich chtet. Die damals in Aussicht genommenen Maßnahmen sind der Ausführung der Einheitswagen durchgeführt worden, daß Wagen mit Holzgerippe nicht mehr gebaut werden. Im folgenden wird der Aufbau der Einheitspersonenwagen erörtert.

D-Zugwagen.

Außer der preußisch-hessischen Staatsbahn hatten nur die rikanischen Verwaltungen selbständig Bauarten für eiserne onenwagen entwickelt. Dort entstanden anfangs mehrere ständig voneinander abweichende Ausführungen. Allmählich ; jedoch die Entwicklung dahin, daß die grundsätzliche An-ung bei den meisten Wagen übereinstimmt[1]).

Die amerikanischen Wagen haben Mittelpuffer; deshalb bei ihnen besonderer Wert darauf gelegt, die Stöße in der genmitte von einem Ende zum andern zu leiten. Die Kopf-ke sind sehr kräftig. Meist bestehen sie aus Stahlguß. In Wagenmitte liegen außerordentlich widerstandsfähige Lang-er von großer Bauhöhe. Die Seitenwände sind kräftig und Träger für senkrechte Lasten ausgebildet. Durch Trag-zen sind sie mit den Mittellangträgern verbunden. Diese den deshalb auch auf Drehung, also sehr ungünstig bean-cht. Für die senkrechten Lasten genügen die Seitenwände. Mittellangträger sind hierfür nicht erforderlich, haben die en aber ebenfalls aufzunehmen. Die Verbindung der ein-en an sich sehr kräftigen Teile läßt anscheinend vielfach wünschen übrig. Die Übereckversteifungen sind nicht be-ers günstig. Die Wagen sind, gemessen an der erreichten igkeit, sehr schwer.

[1]) Näheres über amerikanische eiserne Personenwagen s. Z. Bd. 55 (1911) 17; Bd. 56 (1912) S. 547

Die Mittelträger sichern das Untergestell besonders gut nur gegen Stöße, die in Richtung ihrer Längsachse auftreten. Solche dürften aber meist nur im gewöhnlichen Betrieb vorkommen. Ihre Größe ist aber nicht so erheblich, daß die schwere Ausführung der Mittelträger erforderlich wäre. Außergewöhnlich starke Stöße treten nur bei Unfällen auf. Ihre Richtung liegt aber in den seltensten Fällen genau in Längsachse des Untergestells. Die Wagen werden vielmehr, wie die Erfahrungen lehren, bei Zusammenstößen oder Entgleisungen in die Höhe gehoben oder zur Seite geschleudert. Die Stöße treten dann schräg oder seitlich auf.

Das aus dem grundsätzlichen Aufbau der amerikanischen Wagen entspringende hohe Gewicht erfordert wieder einen größeren Aufwand an Eisen, um den großen Massen entsprechende Festigkeit zu geben.

Die Formgebung der Einzelteile der amerikanischen Wagen bedingt viele verschiedenartige Preßbleche, genietete Träger und schwierig herzustellende Stahlgußstücke und dürfte viel-

Abb. 1. Kastengerippe und Untergestell der Einheits-D-Zugwagen.

leicht für amerikanische Verhältnisse zweckmäßig sein. In Deutschland werden aber derartige Wagen sehr teuer, und die Erhaltung würde große Schwierigkeiten bereiten.

Die deutschen Einheits-D-Zugwagen, Abb. 1, sind nach andern Grundsätzen entworfen worden. Kastengerippe und Untergestell sind aus genormtem Walzeisen und Blechen zusammengesetzt. Die Formgebung ist äußerst einfach. Gleichen Zwecken dienende Walzeisen und Bleche und, soweit irgend möglich, auch ganze Bauteile, Eckverbindungen usw. haben bei allen Wagenarten, wie D-Zug-, Personenzug-, Post- und Gepäckwagen, gleiche Abmessungen. Die Anzahl der verschiedenen Querschnitte ist sehr gering. Beschaffung und Lagerhaltung für die Wagenbauanstalten und die Ausbesserwerke wird mithin einfach. Gußteile, Preß- und Gesenkschmiedestücke sind fast vollständig vermieden, ohne daß sich hieraus Nachteile ergeben hätten.

Die deutschen Wagen haben zwar noch Außenpuffer. Auf den späteren Einbau von Mittelpuffern ist aber Rücksicht genommen worden. Bei Güterwagen werden aussichtsreiche Versuche mit Mittelpuffern ausgeführt, welche die Nachteile amerikanischer Bauarten vermeiden. Sollten sie sich bewähren und die noch gegen den Einbau in Personenwagen sprechenden Mängel beseitigt werden, so ist ihre spätere allgemeine Einführung nicht ausgeschlossen. Beim Entwurf ist deshalb hierauf Rücksicht genommen worden.

Abb. 2 bis **4.** Endfeld des Untergestelle
der Einheits-D-Zugwagen.

Grundsatz für die deutschen Ausführungen war, einen Wagen zu bauen, der bei geringstem Gewicht, billigster Herstellung und einfachster Erhaltung auch bei Verwendung von Mittelpuffern allen Ansprüchen an die Festigkeit genügt. Die hölzernen D-Zugwagen der früheren preußisch-hessischen Staatsbahn halten, wenn sie sich in gutem Zustande befinden, auch bei schwersten Unfällen sehr gut stand. Dies ist darauf zurückzuführen, daß ihr Wagenkasten unter Verwendung von Eisenverstärkungen aus kräftigen Rahmen zu einem sehr widerstandsfähigen Ganzen zusammengesetzt ist. Die einzelnen Teile sind so durchgebildet und zusammengebaut, daß sie nach allen Richtungen hin sehr widerstandsfähig sind. Untergestell und Seitenwände haben große Übereckssteifigkeit. Der Wunsch, die Festigkeit zu steigern, hatte somit in Preußen-Hessen nicht den Anlaß zur Entwicklung der eisernen D-Zugwagen gegeben.

Nach den gleichen Leitsätzen wie bei den hölzernen sind die eisernen D-Zugwagen sinngemäß aufgebaut. Die Verwendung von Eisen bietet dabei den Vorteil, daß man die gleiche oder sogar bessere Wirkung mit geringeren Gewichten erzielt. Eisen läßt sich in der Formgebung den Beanspruchungen besser anpassen. Seine Verwendung gibt sicherere Unterlagen für die Berechnung.

Die Einheits-D-Zugwagen aller Gattungen haben gleiche Länge und Breite. Die Länge über Puffer beträgt 20 610 mm, die größte Breite 2960 mm, der Drehzapfenabstand 13 180 mm. Bei der Bemessung der Breite hat man die bisherigen bewährten Maße der Abteile und des Seitenganges beibehalten. Die Längenabmessungen sind so groß, wie es die technischen Vorschriften mit Rücksicht auf die davon abhängigen Einschränkungen der Breite zulassen. Abweichende Maße haben lediglich die Schlafwagen, bei denen eine geringere Breite genügt, die Länge also größer werden kann, und der Gepäckwagen, der kürzer ausgeführt werden mußte, wo kein Bedarf für Wagen von der Länge der Personenwagen vorliegt. Das Kastengerippe unterscheidet sich bei den einzelnen Gattungen nur im Abstand der Rungen voneinander, der durch die Unterschiede in der Länge der Abteile und der Breite der Fenster gegeben ist. Im übrigen sind seine Einzelteile bei allen Gattungen gleich.

Die Untergestelle sind für alle Wagengattungen vollständig gleich. Für Schlaf- und Gepäckwagen weichen sie lediglich in Länge und Breite ab. Sie sind aus geraden Walzeisen und Blechen zusammengesetzt. Lediglich an den Enden mußte man die Längsträger schräg nach vorn verlaufend abbiegen, um Raum für die Trittbretter zu gewinnen. Diese ...s führung bietet gegenüber der früher üblichen, w... die Breite durch einen scharfen Knick verrin... wurde, Vorteile. Dabei wird die Herstellung bill... das Gewicht niedriger, der Luftwiderstand klei... und außen bietet der Wagen ein gefälligeres Ausse... Innen reicht die schräge Wand nur bis in die ... orte. Die Ausgestaltung der Abteile wird also ... gestört.

Die Zug- und Stoßkräfte werden im wesentli... durch die äußeren Langträger übertragen. Die ... leren Langträger dienen vorwiegend zur Unterstützung des ... bodens. Sie sind deshalb verhältnismäßig schwach. Die äuß... Langträger sind gleichzeitig untere Gurtung für die Seitenw... Außer zur wagerechten Kraftübertragung tragen sie also zur ... nahme der senkrechten Lasten bei. Ihre Abmessungen rei... hierfür aus. Schrägstreben für Übereckversteifung sind nicht ... handen. Diese wird vielmehr dadurch erreicht, daß sehr kräf... und breite Querverbindungen mit starken Knotenblechen ... großer Länge an den Langträgern befestigt sind. Neben der ... Übereckversteifung erreicht man auf diese Weise, daß das U... gestell in Querrichtung sehr kräftig ist. Die Langträger we... gegen Ausknicken außerordentlich gut versteift. Durch Vers... ist festgestellt worden, daß diese Ausführung günstiger ist ... die Verwendung einer größeren Zahl schwächerer Querve... dungen und von Schrägstreben. Die Drehpfannenträger ... Kastenträger mit großem Widerstand in wagerechter Rich... Die Zugvorrichtungen sind daran angebracht. Zwischen ... Drehpfannenträgern und den mittleren Langträgern, auf de... der Fußboden liegt, ist ein Spielraum vorhanden. Die ... werden also nicht unmittelbar auf den Fußboden, sondern ... den Drehpfannenträger, der in senkrechter Richtung fed... wirkt, auf die Seitenträger übertragen. An der Stelle, w... Langträger gebogen sind, befindet sich eine starke Querve... dung, die die auftretenden Querkräfte sicher aufnehmen ka...

Besonderen Wert hat man auf eine kräftige Ausbil... der Endfelder des Untergestells gelegt, Abb. 2 bis 4, um ... sichere Übertragung der Stöße von allen Stellen des Kopfstü... auf die seitlichen Langträger zu erreichen. Das Kopfstück be... steht aus zwei sehr starken ungleichschenkligen Winkele... Der längere Schenkel liegt auf den Langträgern und er... Knotenplatten und Verstärkungsbleche. Zwischen Kopf... und dem ersten Querträger, der die Gelenke für die Ausgl... vorrichtung der Puffer aufnimmt, sind schrägliegende U-E... und aus L- und Flacheisen bestehende Zugbänder angeor... Das Endfeld bildet so ein äußerst kräftiges Fachwerk, das ... Stöße von einem Mittelpuffer aus sicher übertragen kann. So... solche verwendet werden, so braucht man lediglich Träger ... zubauen, woran man die Zug- und Stoßfederung anbringen k...

Das Untergestell besteht also aus einem kräftigen Rah... der gegenüber Stößen aus allen Richtungen äußerst w... standsfähig ist. Die Querverbindungen sind so verteilt, ... man daran möglichst alle Ausrüstungsteile wie Bremse, Bel... tungsbatterie usw. ohne besondere Hilfsträger befestigen k...

se sind im übrigen so eingebaut, daß sie das Mindergewicht Wagenkastens auf der Seitengangseite, das dort infolge Fehs der Ausstattungsteile vorhanden ist, nahezu ausgleichen. ondere Ausgleichgewichte, die früher erforderlich waren, ucht man deshalb nicht mehr.

Die Seitenwände sind in ganzer Höhe tragend ausildet. Die Rungen bestehen aus Z-Eisen und liegen an den Seiten der Fenster. Die Rahmen und Führungen der ıster sind an den Rungen angebracht, erfordern mithin keine onderen Befestigungsteile. An den U-Eisen-Langträgern des tergestells sind die Rungen außen angenietet. Zur Verstärıg der Befestigung dienen L-Eisen. Die Ebene der Schwerien der Rungen und der Langträger fallen zwar nicht zunmen, der Abstand ist aber so gering, daß er für die Festigt keine Rolle spielt. Diese Anordnung bietet wesentliche rteile. Die Befestigung ist sehr einfach. Auf die Flanschen Langträger läßt sich der Fußboden einfach auflegen. Öffıgen für den Ablauf von Wasser, das etwa zwischen Bekleigsbleche und innere Schalung eindringen sollte, lassen sich cht anordnen.

Der Obergurt ist nach dem Vorschlag der Wagenbaustalt Wegmann in Kassel aus einem Z- und einem L-Eisen sammengesetzt. Diese Anordnung bietet den Vorteil, daß man Seitenwände und das Dach des Wagens ganz unabhängig einander herstellen kann. Das Z-Eisen wird mit der Seitennd, das Dach mit dem L-Eisen zusammengebaut. Der Zunmenbau des ganzen Wagens und besonders das Einpassen Spriegel ist dann sehr einfach.

Die Bekleidungsbleche sind mit Rungen und Oberrt vernietet. Der äußere Flansch des Obergurt-Z-Eisens ist ndig mit dem der Rungen. Man kann daher die Bleche bequem fnieten und, wenn erforderlich, entfernen. Der Abstand ischen den Bekleidungsblechen und den Langträgern des tergestells wird durch Z-Eisen überbrückt, die ausreichende fnungen für den Ablauf von Wasser haben. In der Höhe der nsterbrüstung sind die Bleche gestückt. Innen dient als Lasche L-Eisen, das die Rungen miteinander verbindet. Außen ist über die ganze Länge der Seitenwand durchgehendes Flachsen aufgesetzt. Unter der Fensterbrüstung haben die Bleche e möglichst große, aber noch handelsübliche Länge. Die feln sind miteinander durch Laschennietung verbunden. Die eren Bleche sind oberhalb der Fenstermitte verlascht. In den nsteröffnungen sind die Bleche gebördelt. Schrägstreben und otenbleche sind nicht vorhanden. Die Übereckversteifung rd durch die Bekleidungsbleche erreicht. Die Seitenwände d so kräftig, daß für die unteren Langträger kein Sprengwerk braucht wird.

Schweißen der Bleche würde gewisse Vorteile bieten, ist er bisher nicht in größerem Umfang ausgeführt worden, da erüber noch zu wenig Erfahrungen vorliegen. Insbesondere heint, wenigstens gegenwärtig, die Nietung mit Rücksicht auf va erforderliche Auswechslung vorteilhafter.

Größter Wert ist darauf gelegt, daß die Bildung von Rost rhindert oder, wenn er doch auftreten sollte, einfach beseitigt erden könnte. Leisten, die vorwiegend Anlaß zum Rosten ben, sind nicht vorhanden. Die Laschen werden so gut veretet, daß kein Wasser eindringen kann. Kastengerippe und ntergestell sind so ausgebildet, daß sich nirgends Wasser anmmeln kann, sondern, wo es eindringen sollte, sofort abläuft. ärmeschutzmittel, die erfahrungsgemäß das Rosten begünstin, werden nicht verwendet. Versuche haben auch erwiesen, ß sie entbehrlich sind. Ist das Eisen gut gereinigt und mit nem einwandfreien Anstrich versehen, so besteht keine Rostfahr. An Wagen, die seit zehn Jahren im Betrieb waren, hat an keine Spur von Rostbildung festgestellt. Andre Wagen, die gen Ende des Krieges unsachgemäß hergestellt waren und nen ungeeigneten Anstrich erhalten hatten, waren allerdings gerostet. Der Schaden war jedoch nicht größer, als er bei den lechen der Holzwagen sehr oft festgestellt wird, und konnte icht ohne Abnahme der Bleche beseitigt werden.

Das Dach hat Tonnenform. Die preußisch-hessischen Wagen atten Dächer mit einem Lüftaufbau, der ihnen bei Holzausfühing eine größere Festigkeit verlieh und anscheinend die Verendung besser wirkender Luftsauger ermöglichte. Das eiserne onnendach hat aber mindestens gleiche Festigkeit, und durch ersuche ist es gelungen, gleichwertige Luftsauger zu schaffen. s lag also kein Grund mehr vor, an dem Lüftaufbau festzualten. Das Tonnendach gibt dem Wagen ein gefälliges Ausehen, ohne daß der Luftraum verkleinert worden wäre.

Die Hauptspriegel bestehen aus Z-Eisen. Zur Unterstützung der Dachschalung sind zwischen zwei von ihnen je zwei Spriegel aus Flacheisen eingelegt. Die Spriegel sind mit den Flanschen des Z- und L-Eisens des Obergurtes vernietet. Die vielen kräftigen Spriegel geben dem Wagenkasten auch oben große Quersteifigkeit. An den Wagenenden, wo die Seitenwände abgebogen sind, und in der Mitte sind in der Höhe des Obergurtes kräftige Zugbänder aus Flacheisen angebracht.

Auch die Ausbildung der Stirnwände ist sehr widerstandsfähig. Die Ecksäulen bestehen aus sehr starken L-Eisen. Als Faltenbalgscheiden dienen besonders kräftige ungleichschenklige L-Eisen, die mit den Kopfstücken und den Endspriegeln vernietet sind.

An den Enden, wo die Seitenwände durch die Türöffnungen unterbrochen sind, wird der Wagenkasten erheblich geschwächt. Um diese Schwächung unschädlich zu machen, hat man die Stirnwände kräftig mit den Seitenwänden verbunden. Unten ist diese Verbindung im Untergestell reichlich vorhanden. Das Dach mußte aber an dieser Stelle erheblich verstärkt werden. Deshalb wurde der Spriegel in der Ebene der Stirnwände mit den beiden nächsten durch Z-Eisen verbunden und statt der Dachschalung über die Spriegel und die Verbindungs-Z-Eisen ein starkes Blech genietet.

Die Inneneinrichtung entspricht, abgesehen von einigen unwesentlichen Änderungen, der preußisch-hessischen Ausführung. Es ist jedoch beabsichtigt, die Ausstattung dem neueren Geschmack anzupassen. Wesentlich neu gegenüber den bisherigen Ausführungen ist die Einrichtung der Abteile 1. Klasse. Diese erhalten jetzt 6 statt der früheren 4 Plätze.

Innere Schalung, Fußboden und Dachschalungen sind, wie bisher, in Holz ausgeführt. Die Schalungen werden an Holzfuttern angeschraubt, die mit Kopfschrauben an den Eisenteilen des Gerippes befestigt sind. Bei der Ausbildung der Wandschalungen hat man Rücksicht darauf genommen, daß man sie leicht entfernen kann, um den Zustand der Eisenteile ständig beobachten und sie, wenn nötig, rechtzeitig ausbessern zu können.

Der Fußboden konnte, da er nicht mehr, wie bei Holzwagen, zum Aufbau des Kastens dient, einfacher und aus weniger hochwertigem Holz ausgeführt werden. Ebenso sind die Zwischenwände, da sie lediglich zur Trennung nicht aber mehr zur Versteifung dienen, leichter ausgebildet.

Ob der Ersatz der hölzernen äußeren Schalung des Daches durch Blech Vorteil bietet, ist noch nicht ausreichend geklärt. Zunächst hat man zwei Gepäckwagen mit eisernen Dächern versehen, deren Bewährung abgewartet werden soll.

Die Gewichte betragen für Wagen 3. Klasse rd. 41,5 t, für Wagen 1./2. Klasse rd. 43,5 t. Beim Vergleich der Gewichte mit denen von Wagen andrer Verwaltungen ist zu beachten, daß die Wagen für die außerordentlich hohen Bremskräfte von 180 vH des Wagengewichts gebaut sind, und daß die Inneneinrichtung infolge der Abteiltrennwände und der Seitengangwand verhältnismäßig schwer ist.

Die Wagen sind mit Dampfheizung, Bauart Pintsch, elektrischer Maschinenbeleuchtung, Luftdruckbremse Kunze-Knorr-S und Reibungspuffer der Waggonfabrik Uerdingen ausgerüstet. Der Fassungsraum beträgt für die 3.-Klasse-Wagen 76 und für 1./2. Klasse-Wagen 45 Sitzplätze.

Personenzugwagen.

Alle dem Personenzugverkehr dienenden Einheitspersonenwagen werden zweiachsig und für alle Gattungen gleich lang ausgeführt. Der Achsstand beträgt 8500 mm, die Länge über Puffer 13 920 mm. Je nach Anforderungen des Verkehrs werden sie als Abteil- oder Durchgangswagen mit offenen Endbühnen und Übergängen gebaut, die durch Gitter so geschützt sind, daß der Aufenthalt der Reisenden auf ihnen während der Fahrt zugelassen werden kann. Als Stirnwandeingänge dienen Schiebetüren.

Nach längeren Versuchen ist es gelungen, die Federung der Wagen so zu verbessern, daß sie den dreiachsigen nicht mehr nachstehen. Die Federn sind 2100 mm lang und aus 7 Lagen von je $120 \times 16\ \mathrm{mm}^2$ Querschnitt zusammengestellt. Die geringe Lagenzahl, die durch Vergrößerung des bisher üblichen Blattquerschnitts von $90 \times 13\ \mathrm{mm}^2$ ermöglicht wurde, hat sich als vorteilhaft erwiesen. Der Lauf der Wagen ist erheblich weicher als der früher gebauter zweiachsiger Wagen, was wohl auf die verringerte Blattreibung zurückzuführen sein dürfte. Die Federn sind an Schaken aufgehängt, die gegen die Wagerechte unter 65° geneigt sind. Dadurch stellen sich die Achsen in Krümmungen gut ein. Die Rückstellkraft ist aber bei dieser Neigung noch so groß, daß der Wagenkasten nicht pendeln kann. Auch sonst treten seitliche Bewegungen, Schlingern und Wanken des Wagens wenig auf.

Bei dem großen Achsstand und der leichten Einstellbarkeit der Achsen bestand die Gefahr, daß die Bremsklötze beim Durch-

fahren von Krümmungen an den Radreifen schleifen. Deshalb wird bei jeder Stellung der Achse der gleiche Abstand der Bremsklötze von den Radreifen durch besondere Absteller gesichert.

Damit man die Höhe des Wagenkastens bei abgenutzten Radreifen oder gesetzten Federn einstellen kann, wurden die Tragbolzen der Federn mit Steinen in die Schaken eingesetzt. Durch Drehung der Steine, deren Auflageflächen vom Bolzenmittelpunkt verschieden weit entfernt sind, kann man den Wagenkasten um 40 mm heben.

Die Ausbildung des Kastengerippes und Untergestells, Abb. 5 und 6, lehnt sich, wie bereits angedeutet, eng an die der D-Zugwagen an.

Das Untergestell ist für Wagen aller Gattungen ganz gleichartig durchgebildet. Es ist bei Durchgangswagen, die wegen der fehlenden Seitentüren breiter ausgeführt werden können, lediglich breiter als bei Abteilwagen, stimmt aber sonst in allen Einzelheiten mit allen andern überein. Das Untergestell entspricht den in dieser Zeitschrift Bd. 65 (1921) S. 550 erörterten Vorschlägen der Waggon- und Maschinenbau A.-G., Abt. Waggonbau, Görlitz. Die Hauptlangträger liegen in der Ebene der Seitenwände. Sie dienen also auch hier wie bei D-Zugwagen neben der Übertragung der Zug- und Stoßkräfte auch zur Ausbildung der senkrechte Lasten aufnehmenden Seitenwände. Die Hilfsträger für Achshalter und Federböcke, die nach dem früheren Vorschlag aus zwei kleineren U-Eisen zusammengesetzt werden sollten, bestehen aus einem U-Eisen vom Querschnitt der Hauptlangträger. Sie reichen vom Kopfstück bis zu einem Querträger. Mit diesem und mit den äußeren Langträgern sind sie durch besonders große und starke Knotenbleche verbunden. Die Eckverbindung ist so kräftig, daß sie auch die größten Kräfte, die beim Bremsen oder beim Auflaufen auf Hemmschuhe auftreten, sicher auf die Langträger übertragen kann. Bei Abteilwagen ist der Abstand zwischen Lang- und Hilfsträger zwar ziemlich klein. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß er zum Nieten der Achshalter ausreicht.

Die Kopfstücke bilden neuerdings wie bei D-Zugwagen zwei ungleichschenklige Winkel. Der längere Schenkel ist auf die Lang- und Hilfsträger genietet, ersetzt somit Knotenplatten.

In der Wagenmitte befindet sich eine kräftige kastenartige Querverbindung, woran die Bremszylinderträger und die Zugvorrichtung angebracht sind und die mit den Langträgern durch lange und starke Knotenbleche verbunden ist. So werden die Zugkräfte sicher auf die Langträger übertragen.

Schrägstreben sind auch bei diesem Untergestell vermieden, denn die Übereckversteifung wird durch die langfassenden Knotenbleche besser und einfacher erreicht. Die Langträger sind sehr gut gegen Ausknicken versteift. Die mittleren Langträger nehmen ebenfalls vorwiegend den Fußboden auf. Die Querträger sind nicht gekröpft, sondern gerade. Die Zugsta wird deshalb durch Öffnungen geführt, was gegenüber den V teilen von geringer Bedeutung ist. Die Öffnungen lassen billiger und einfacher als die Kröpfungen der Träger herstel Sie liegen an Stellen, wo sie die Festigkeit nicht beeinträchti

Das Untergestell bietet ebenfalls Stößen aus allen Richtun großen Widerstand. Mittelpuffer lassen sich nach Einbau ein Träger für die Zug- und Stoßfederung im Endfeld ohne weit verwenden[1]).

Die Seitenwände für Durchgangwagen sind genau wie die für D-Zugwagen ausgebildet. Winkel zur Verstärk der Rungenbefestigung am Langträger sind jedoch nur dort gebracht, wo die Biegungsbeanspruchungen am größten si Für die Seitenwände der Abteilwagen gilt grundsätzlich dass Die Rungen weichen nur deshalb ab, weil sie auch als Rah für die Drehtüren dienen. Sie sind aus einem Z-Eisen geb und mit dem Obergurt durch L-Eisen verbunden.

Da die Langträger in der Ebene der Seitenwände lie sind sie auch gegen Ausknicken in senkrechter Richtung gut sichert. Wegen der geringeren Länge der Wagen genügt den Obergurt ein Z-Eisen ohne das bei D-Zugwagen verwen L-Eisen. Die Spriegel sind hier mit Winkeln auf dem Steg Z-Eisens befestigt.

Abb. 5. Kastengerippe und Untergestell der Einheits-Abteilwagen.

Abb. 6. Kastengerippe und Untergestell der Einheits-Durchgangswagen.

Die Stirnwände der Abteilwagen sind sehr kräftig gebildet. Die Eckrungen sind aus zwei L-Eisen von sehr ho Widerstand zusammengesetzt. In der Mitte sind zwei Z-Ei Rungen angebracht, die vom Kopfstück bis zu einer Quer bindung aus zwei L-Eisen in Höhe der Obergurte reichen. Futter zur Befestigung der Trittstufen an den Bekleidungsble der Stirnwände sind ebenfalls kräftig aus Z-Eisen ausgeb und tragen zur Erhöhung der Festigkeit bei.

Die Stirnwände der Durchgangwagen haben statt der m leren Rungen kräftige Türpfosten. Der eine besteht aus ei Z-Eisen. Der andere ist mit Rücksicht auf die Schiebetürta aus L- und T-Eisen zusammengesetzt.

Bezüglich der Schalungen, des Daches, des Fußbodens der Innenausstattung gilt das für D-Zugwagen Gesagte. gegenüber den preußisch-hessischen Wagen ist, daß die 4. Kl keine Stehplätze mehr, sondern für jeden Reisenden einen platz erhält.

Die Gewichte betragen für Wagen 4. Klasse rd. 17,5 t, Wagen 2. und 3. Klasse rd. 20 t. Der Fassungsraum ist 4.-Klasse-Wagen 66, für 3.-Klasse-Wagen 58 und für 2.-Kla Wagen 38 Sitzplätze.

[1]) Die zweiachsigen Beiwagen für die elektrischen Triebwagenzüg der Berliner Stadtbahn, die ein gleichartiges Untergestell haben, sind mit M puffern (Bauart Willison) ausgerüstet

Die Wagen erhalten Gasbeleuchtung[1]), ampfheizung Bauart Pintsch, Luftdruck-emse Kunze-Knorr P, Hülsenpuffer Bauart egen. Die Handbremse, die wie bei den üterwagen ausgeführt ist, wird bei Abteil-agen an den Stirnwänden so angebracht, ß sie von den Endabteilen aus zugänglich . Bei den Abteilwagen 2. Klasse befindet h ein Handrad für die Bremse an einer itenwand zwischen zwei Abteilen, da an n Stirnwänden die Polsterrücklehnen hin-rlich sind. Die Durchgangwagen erhalten ırbeln für die Handbremse am Bühnen-länder.

Bei Abteilwagen sprachen zwar Mangel geeignetem Holz und die sonstigen Gründe r die Einführung des eisernen Kasten-rippes mit. Den Ausschlag hat hier jedoch Erhöhung der Betriebsicherheit gegeben. egen der vielen Türöffnungen läßt sich Abteilwagen mit Holzgerippe auch nicht annähernd so wider-ndsfähig wie der D-Zugwagen bauen. Daß der Zweck voll eicht worden ist, hat sich bereits mehrmals gezeigt.

Bei Zusammenstößen oder bei plötzlichem Halten aus hohen schwindigkeiten springt, wenn die Puffer nicht gleich hoch hen, meist ein Wagen auf den andern. Die Puffer werden bogen und gleiten an einander vorbei. Durch Verstärkung Puffer, die mit Einführung der Hülsenpuffer erreicht wird, er durch kräftige Mittelpuffer wird diese Gefahr zwar ver-gert, aber nicht beseitigt. Jedenfalls muß nach wie vor damit rechnet werden, daß ein Wagen auf den andern springt. Die rderung, daß die Beschädigungen in solchen Fällen möglichst ring werden, dürfte zweifellos durchaus berechtigt sein.

Die Zerstörungen, denen hölzerne Abteilwagen bei Un-llen ausgesetzt sind, zeigt Abb. 7. Das eiserne Untergestell ist lerstandsfähig genug und hält meist ohne allzu große Be-hädigungen stand. Stirnwand und Seitenwände sind den Be-spruchungen jedoch nicht gewachsen. Die Ecksäulen und die ttleren Säulen sowie die Holzverbindungen geben trotz stärk-er Ausbildung im verfügbaren Raum und trotz der Eisenver-rkungen nach und werden meist ganz zertrümmert. Die Seiten-nde bersten auseinander und werden teilweise ebenfalls zer-rt. Mehrere Abteile werden vollständig ineinandergedrückt. s Bild zeigt bei weitem nicht die schwerste Wirkung der-iger Unfälle. Das Verhalten der eisernen Abteilwagen neuster uart bei einem gleichartigen Zusammenstoß zeigt dagegen b. 8. Beide aufeinander gestoßene Wagen hatten gleiche Bau-a Der eine Wagen ist ebenfalls auf den andern gesprungen. s Bild läßt deutlich die große Widerstandsfähigkeit der Stirn-nd erkennen. Durch das Ausbiegen der Ecksäulen und Ab-eren der kräftigen Rungen und durch das Ausreißen der che wird eine sehr große lebendige Kraft aufgezehrt. Das tergestell des Wagens erfuhr dabei überhaupt keine meßbaren ränderungen. Es hat seine Widerstandsfähigkeit glänzend er-sen, da höhere Beanspruchungen auch im schwersten Betriebe ht vorkommen dürften.

Drehgestelle.

Bei der Aufstellung der neuen Entwürfe für Einheits-sonenwagen wurde auch die Frage aufgerollt, welche Dreh-tellbauart eingeführt werden soll.

Für die Auswahl eines Einheitsdrehgestells kamen zunächst beiden in Deutschland und — ihrem grundsätzlichen Aufbau h — auch bei fast allen ausländischen Verwaltungen ge-uchlichen Ausführungen in Frage: Das sogenannte Regel-hgestell, Abb. 9 bis 11, und das Drehgestell amerikanischer art, Abb. 12 bis 14.

Dreiachsige Drehgestelle kamen nicht mehr in Betracht. e Vorteile in bezug auf den Lauf des Wagens sind nach den achten Erfahrungen gegenüber ihren Nachteilen zu gering. Gewicht ist außerordentlich hoch, Beschaffung und Unter-ung sind sehr teuer, und die Wagengewichte erfordern nicht chsen.

Beiden erwähnten Drehgestellen ist gemeinsam, daß die t des Wagenkastens von einer Wiege getragen wird, die delnd an Querverbindungen des Rahmengestells hängt. Die ge wird aus zwei Balken gebildet, wovon der obere, ein ker Eichenholzträger, mit Eisenblechen eingefaßt ist. Die ptlast nimmt die Drehpfanne in der Mitte auf. An beiden en wird der Wagenkasten durch Gleitstücke gestützt. Zwischen unterem und oberem Gleitstück ist 0,5 bis 2 mm Spiel. Der obere Balken ist gegen den unteren abgefedert. Dieser besteht aus Preßblech oder ebenfalls aus Eichenholz mit Eisenblechfassung. Er liegt auf einer Tragschneide, die auf Muttern in die mit Ge-winde versehenen Pendel eingehängt ist. Durch Nachstellen der Muttern kann man den Wagenkasten auf die vorgeschriebene Höhe einstellen. Die Wiege wird zwischen zwei Querträgern geführt, an denen die Pendel hängen. Sie kann also gegen das Rahmengestell nur senkrechte und wagerechte Bewegungen aus-führen. Die seitliche Bewegung wurde früher meist durch ge-federte Puffer, neuerdings durch einfache Anschläge begrenzt, da Federn wegen ihrer ruckartigen Rückstellwirkung die Vor-teile der Wiege teilweise wieder aufheben.

Abb. 7. Beschädigte hölzerne Abteilwagen.

Der Raum für die Wiegefedern ist sehr begrenzt. Die Pendel und die Querverbindung hindern die Verwendung von Blattfedern, die zwischen den Rahmen in Längsrichtung liegen. Deshalb müssen Wickel- oder quer liegende Blattfedern ver-wendet werden. Aber auch für solche Blattfedern ist der ver-fügbare Raum sehr beschränkt. Versuche mit Wickelfedern haben in Deutschland kein günstiges Ergebnis gehabt. Deshalb wurden querliegende Doppel-Blattfedern verwendet, die nur 930 mm lang waren.

Das Rahmengestell ist gegen die Achsen ebenfalls abge-federt. Beim Regeldrehgestell dienen hierzu Blattfedern über den Achslagern. Ihre Länge ist aus baulichen Gründen gleichfalls beschränkt und beträgt 1250 mm. In bezug auf seitliche Bewegungen befriedigen die mit Regeldrehgestell ausgerüsteten Wagen bei allen Streckenverhältnissen. Die Schlingerbewegun-gen lassen sich durch Vergrößern des Radstandes, der bei der üblichen Ausführung 2500 mm beträgt, noch verringern. Aller-

Abb. 8. Beschädigter eiserner Personenwagen.

[1]) Elektrische Beleuchtung ist in Aussicht genommen.

dings wird dann der Rahmen, der die Wagenlast von der Mitte bis zu den Achsen zu übertragen hat, wesentlich schwerer. Die bayerischen Staatsbahnen haben mit gutem Erfolg die Schlingerbewegungen bei Regeldrehgestellen mit 3500 mm Achsstand verringert, deren Gewicht nicht übermäßig hoch war, da es sich um leichte Wagen mit geringen Bremskräften handelte.

Der Vorteil des Regeldrehgestells in bezug auf die seitlichen Bewegungen wird aber durch sehr harten Lauf erkauft. Die senkrechten Schwingungen sind kurz und hart, da die Länge der Federn zu gering und die Blattreibung zu groß ist. Man versuchte, den Mangel zu beseitigen, indem man zwischen Achsfedern und Rahmen Spiralfedern einschaltete. Der zur Verfügung stehende Raum und der zulässige Hub waren aber so gering, daß die Federn infolge ihrer kleinen Abmessungen fast wirkungslos blieben.

Um einen weicheren Lauf zu erreichen, führte deshalb die preußisch-hessische Staatsbahn nach längeren Versuchen ein neues Drehgestell, Abb. 12 bis 14, ein, das sich in sei Aufbau an amerikanische Bauarten anlehnt. Die Anordnung Wiege blieb im allgemeinen unverändert. Zur Abfederung Rahmens gegen die Achsen wurden jedoch statt der Blattfe Wickelfedern verwendet. Diese stützen sich auf einen auf Achslagern ruhenden Balken, der wegen seiner eigenartigen F als „Schwanenhalsträger" bezeichnet wird.

Der Zweck wurde zwar erreicht, da die Wagen weich lau Günstig für den Lauf ist auch, daß Stoßbewegungen der A durch den als Hebel wirkenden Schwanenhalsträger verk auf die Federn ken. Die Anordn brachte aber Nachteile mit Wegen der ungü gen Beanspruch der Schwanenhal ger durfte der A stand nur 2150 betragen, wenn erträgliche Abmes gen erhalten w Dadurch stieg Gefahr des Sc gerns erheblich. Ferner wurde durch den Fortfall Blattreibung die Hemmung des Federschwingens bese Man versuchte zwar, die Schwingungen durch Verwen mehrerer nebeneinander wirkender Schraubenfedern verschiedenen Abmessungen zu dämpfen, hatte damit keinen vollen Erfolg. Beim Fahren über vorwiegend fl und gerade Strecken machte sich der Fehler weniger bem bar. Der Vorteil der weichen Abfederung war jeden so groß, daß sich das Drehgestell in Preußen und in an Ländern mit vorwiegend ebenen Strecken bewährt hat. Gebirgsstrecken mit zahlreichen engen Krümmungen gen aber die Wagen wegen des kleinen Drehgestell standes stark zum Schlingern. In engen Krümmu Weichen und Kreuzungen tritt häufig als Folge der gelhaften Dämpfung ein langanhaltendes senkre Schwingen und seitliches Schwanken auf, das trotz weichen Abfederung äußerst un nehm wirkt.

Abb. 9 bis 11. Regeldrehgestell.

Abb. 12 bis 14. Amerikanisches Drehgestell.

Zunächst entschied man sich für, das Drehgestell amerikani Bauart als Einheitsdrehgestell e führen. Sein weicherer Lauf wesentlicher als die Nachteile, Deutschland für Schnellzüge landstrecken überwiegen. Da wurde jedoch versucht, eine der Bauarten zu verbessern.

Außer den schon erwähnten geln kamen noch folgende in Betr Die Rahmengestelle sind sehr teilig, also in Herstellung und tung teuer. Die Ausbesser müssen viele Teile vorrätig und, da sie sie selbst meist nicht schaftlich herstellen können, von auswärts beziehen; sie ferner eine große Anzahl von Aushilfsdrehgestellen bereit wenn sich der Aufenthalt der Wagen in den Werkstätten nic lang ausdehnen soll. Auch beim Drehgestell muß auf Ve dung genormter Baustoffe, einfache Gestaltung und weitge Austauschbarkeit der Einzelteile Wert gelegt werden.

Die Wiegefedern und Wickelfedern lassen sich nicht stellen. Setzen sie sich, womit auch bei gutem Stahl und fältiger Herstellung zu rechnen ist, so kann man sie

em Ausbesserwerk aufrichten. Durch Nachllen der Wiegependel wird die ganze Wiege ioben, das etwa zu gering gewordene Federel wird nicht wiederhergestellt.

Das Auswechseln der Bremsklötze macht insondere beim amerikanischen Drehgestell hwierigkeiten, da sie von andern Bauteilen verkt werden. Die Achslagerkasten weichen von nen der Güterwagen ab.

Görlitzer Drehgestell. Die Versuche, beiden Bauarten zu verbessern und berechtigten ünschen anzupassen, führten zu keinem Ziel, da Nachteile im grundsätzlichen Aufbau bedingt d. Deshalb entschloß man sich zu Versuchen mit em vollständig neuartigen Drehgestell, Abb. 15, das von der aggon- und Maschinenbau-Akt.-Ges., Abt. Waggonbau, Görlitz, worfen und ausgeführt ist. Zunächst stand fest, daß zu kurze egefedern ebenso wie Wickelfedern vermieden werden mußten. e die Erfahrungen mit zweiachsigen Einheitswagen gezeigt hatten, an man bei Verwendung langer Federn mit Blättern von großer eite und Stärke eine gute Abfederung erreichen. Die Blattbung ist gering, aber immer noch groß genug, um Stöße ausichend zu dämpfen. Daher wurden für die Wiege Blattfedern 2100 mm Länge und 120 × 16 mm erprobt. Diese Abmesgen wählte man, um gewöhnlichen, bisher für Personenzuggen üblichen Federstahl verwenden zu können. Bei besetztem agen beträgt die Biegungsbeanspruchung der Federn nur kg/mm². Sollte die Federung noch zu hart sein, so kann man verbessern, indem man die Blätter aus hochwertigem Stahl stellt, dessen allgemeine Einführung ohnehin beabsichtigt und sie höher beansprucht.

Abb. 15. Görlitzer Drehgestell.

Abb. 16. Wiege des Görlitzer Drehgestelles.

Infolge der großen Länge konnten die Federn nicht mehr er untergebracht, mußten vielmehr in Längsrichtung angeordt werden. Drehgestelle mit längsliegenden Federn von großer nge hatte man zwar schon gebaut, aber wegen zu großer ängel nicht allgemein eingeführt. An jeder Langseite liegen r zwei Federn nebeneinander. Dadurch erreicht man eine einhe Aufhängung der Wiege und eine günstige Lastübertragung.

Die Wiege, Abb. 16, besteht nicht mehr aus zwei Balken, dern aus einem aus ∟-Eisen und Blechen zusammengesetzten äger. Holz wird nicht mehr verwendet. Damit das letzte hochwertige Holz für die Übertragung ößerer Kräfte aus dem Personenwagenbau beseit. Über zwei Federn, die mit dem üblichen Bund Zapfen versehen sind, ist ein geschmiedetes erstück gelegt, Abb. 17 und 18; darauf liegt in ssparungen der Bolzen, an dem die Tragpendel Wiege hängen. Der Bolzen hat an den Enden nde, deren Durchmesser kleiner ist als der der ndelaugen. Die Pendel werden also einfach überhängt. Besondre Befestigungsmittel wie Verschraugen, Unterlagscheiben, Splinte usw. sind deshalb behrlich. Diese Art der Aufhängung entspricht ngemäß der bei preußischen Drehgestellen mit tem Erfolg erprobten Othegravenschen Ausfühng, die jedoch wesentlich vereinfacht werden konnte. e Wirkung beruht auf folgender Erwägung[1]).

Die Wiege soll die seitlichen Stöße mildern. Durch e Bewegung wird der Wagenkasten angehoben. e auftretenden seitlichen Stöße leisten diese Arbeit. werden mithin größtenteils, ohne im Wageninnern bemerkbar zu werden, vernichtet. Um den Wagenkasten aber möglichst schnell wieder zur Ruhe kommen zu lassen, hatte man die Pendel bisher schräg angebracht. Hieraus ergeben sich aber wieder andre Nachteile. Bei schräger Stellung der Pendel wirkt die Rückstellung ruckartig. Beim Heben und Senken stellt sich die Wiege schräg gegen die Wagerechte. Schwingen die Wiegen nach verschiedenen Richtungen aus, so ist ihre Neigung gekreuzt. Sie suchen mithin das Untergestell zu verdrehen. Dies äußert sich in Erschütterungen. Hängen die Pendel aber senkrecht, so bleibt die Lage der Wiege beim Ausschlagen wagerecht. Schlagen beide Wiegen nach verschiedenen Richtungen aus, so kann sich der Wagenkasten zwanglos ohne Erschütterungen um die Drehzapfen einstellen.

Um die Nachteile zu beseitigen, schlug Othegraven senkrechte Pendel vor. Die Rückstellung erreicht er durch eine eigenartige, als Rollenlagerung ausgebildete Aufhängung. Das Auge hat einen größeren Durchmesser als der Tragbolzen. Damit die Bolzen der Pendel ungehindert ausrollen können, müssen ihre Achsen unbedingt genau gleiche Richtung haben und rechtwinklig zur Schwingungsebene liegen. Bei den Drehgestellen der üblichen Bauart sind die Bolzen unabhängig voneinander an Querträgern aufgehängt. Eine vollkommen gleiche Richtung ihrer Achsen ist kaum zu erreichen. Deshalb benutzt Othegraven eine Kugellagerung, welche die erforderliche Einstellung gewährleistet. Beim Görlitzer Drehgestell hängen beide Pendel auf demselben Bolzen, der ohne Schwierigkeit senkrecht zur Schwingungsebene gelagert werden kann. Auf die Kugellagerung konnte deshalb verzichtet werden.

Die Schneide, auf der die Wiege lagert, ist in Langlöcher der Pendel eingehängt. Also auch hier ist jedes Befestigungsmittel vermieden. Herstellung aller Einzelheiten, Zusammenbau und Ausbau sind also äußerst einfach und billig. Die Ausführung ist trotzdem sehr zuverlässig.

Gegen die Achsen ist das Rahmengestell ähnlich wie beim Regeldrehgestell abgefedert. Auf die dritte Federung wurde jedoch wegen ihres geringen Wertes verzichtet.

Durch die eigenartige Anordnung der Wiegefedern wird eine bedeutend einfachere und zweckmäßigere Übertragung der Kräfte erreicht als bei allen bisherigen Drehgestellen für schwere Wagen. Die Last wird von den Wiegefedern auf Querträger und von diesen unmittelbar auf die Achsfedern übertragen. Die Beanspruchung des Rahmens wird also so günstig wie möglich. Die äußeren Langträger werden durch die senkrechte Last im

Abb. 17 und 18. Aufhängung der Wiege des Görlitzer Drehgestelles.

[1]) s. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 53 (1916) S. 225 u. f.

Betriebe sehr wenig beansprucht. Nur bei Federbruch legt sich der Wagenkasten auf die Langträger auf. Für diesen äußerst seltenen Fall kann man aber eine höhere Beanspruchung als üblich zulassen, zumal der Wagen dann sofort entleert wird.

Die Mitte zwischen zwei Wiegefedern liegt mit der Schwerlinie des Trägers, an dem die Achsfedern befestigt sind, in derselben Ebene. Die Beanspruchung der Querträger ist also ebenfalls so günstig wie möglich.

Abb. 19. Rahmen des Görlitzer Drehgestelles (umgekehrt liegend).

Der Drehgestellrahmen kann also sehr leicht ausgeführt werden. Der Achsstand kann bei geringem Gewicht sehr groß sein. Er wurde zu 3600 mm gewählt, weil sich dieses Maß bei den preußischen dreiachsigen Drehgestellen gut bewährt hatte, und weil es sich bei dem Schlafwagen, dem in bezug auf die Überhänge ungünstigsten Wagen, noch unterbringen läßt.

Die Wiegefedern sind an Bolzen mit Gewinde aufgehängt. Sie liegen auf Unterlagscheiben, die von Muttern getragen werden. Die Federn können also einfach während des Betriebes nachgestellt werden.

Das Spiel der Wiegefedern wird durch Anschläge am Untergestell des Wagenkastens und an den Drehgestell-Langträgern begrenzt. Brechen Federn oder Tragpendel, so legt sich Wagenkasten auf den Drehgestellrahmen. Die Wiege wird von Fangbügeln getragen. Für die Federn sind ebenfalls F bügel vorhanden.

Die Gleitstücke für die seitliche Auflagerung des Wa kastens konnten weiter nach außen gelegt werden als bei bisherigen Drehgestellausführungen. In bezug auf die seitli Schwankungen wird hierdurch der Lauf des Wagens verbes

Bei der Ausbildung des Rahmengestells, Abb. 19, ist einfache Herstellung und Erhaltung größter Wert gelegt wor Alle Teile entsprechen den neuesten Normen. Schmiede- und G teile sind fast ganz vermieden und, wo sie nicht zu verme waren, von einfacher Form. Walzeisen und Bleche sind ger Die Abmessungen sind so gewählt, daß sie mit Teilen des Wa kastens übereinstimmen.

Die Lichtmaschine läßt sich beim Görlitzer Drehgestell zweckmäßig zwischen den Achsen anbringen. Sie ist dort be geschützt als bei den bisherigen Bauarten, wo sie an den K stücken nach außen hängend angebracht werden mußte. Lastverteilung wird günstiger. Auch bei den schwersten schinen braucht man keine Ausgleichgewichte mehr zu verwen

Bremsklötze lassen sich leicht auswechseln. Achsla kasten für Güterwagen können verwendet werden.

Die Erhaltung des Görlitzer Drehgestells ist einfacher billiger als bei allen anderen Drehgestellen, da die Einzelteile den Ausbesserwerken leicht instand gesetzt oder aus Bausto die ohnehin für andre Zwecke vorrätig gehalten werden müs schnell hergestellt werden können.

Das Gewicht des Görlitzer Drehgestells beträgt trotz se großen Achsstandes nur rd. 6700 kg, also nur unwesentlich als bei andern Drehgestellen für gleiche Belastungen und Br kräfte mit Achsständen von 2500 und 2150 mm. Wollte diese ebenfalls mit einem Achsstand von 3600 mm und aus gen ten einfachen Bauteilen ausführen, so würde ihr Gewicht heblich höher werden. Die Herstellung des Görlitzer Dre stells ist billiger als bei jedem andern Drehgestell.

Zunächst wurde ein D-Zugwagen 1./2. Klasse mit Görl Drehgestellen ausgerüstet und nach mehreren Probefahrten fang Januar 1924 in Betrieb genommen. Die Erfahrungen den für einen neuen Entwurf verwertet, wonach drei we D-Zugwagen 1./2. Klasse ausgerüstet worden sind. Diese sind mehreren Versuchsfahrten Ende Juli 1924 in Betrieb gekom

Ein endgültiges Urteil läßt sich erst nach längerer triebszeit fällen. Nach den bisherigen Erfahrungen schein jedoch, als ob die Erwartungen voll erfüllt werden. [B 57

1 C + C 1-Heißdampf-Mallet-Doppelzwilling-lokomotive für Brasilien.

Eine bemerkenswerte Lokomotive ist von Henschel & Sohn, Kassel, für die meterspurigen Linien der Viaçao Ferrea do Rio Grande do Sul in Porto Alegre gebaut. Sie weist mehrere Eigentümlichkeiten auf, die sie von europäischen Bauarten auffallend unterscheiden. Vor allem fällt die für Meterspur ungewöhnliche Größe der Maschine auf, die bedingt ist durch die erheblichen Zugleistungen, die auf schmalspurigen südamerikanischen Bahnen erfüllt werden müssen. Diese Zugleistungen prägen sich auch aus in der bisher bei Mallet-Lokomotiven noch wenig angewandten Doppelzwillinganordnung von vier gleichen, mit Kesselspannung arbeitenden Zylindern, die auch den Vorteil möglichster Gleichheit der einzelnen Triebwerkteile mit sich bringt. Die Durchführung des überhitzten Dampfes unter Kesseldruck nach dem im vorderen Lenkgestell angeordneten Zylinderpaar erfordert allerdings besondere Sorgfalt. Der dem Überhitzer entnommene Dampf geht auf der rechten Lokomotivseite durch ein für alle vier Zylinder gemeinsames Rohr nach der gelenkigen Verbindung der beiden Rahmengruppen, wo durch ein Kreuzstück zunächst der Dampf für das hintere Zylinderpaar entnommen wird. Der Dampf für das vordere Zylinderpaar geht von da durch ein biegsames Metallrohr nach dem Vorderende des Rahmens. In ähnlicher Weise erfolgt der Dampfaustritt aus den Zylindern; von dem hinteren Paar tritt er durch ein gemeinsames Rohr nach vorn in das Blasrohr, während der aus dem vorderen Zylinderpaar entweichende Abdampf durch ein Gelenkrohr ebenfalls nach dem Blasrohr geführt wird. Jedes Zylinderpaar hat sein eigenes Blasrohr; beide sind konzentrisch angeordnet.

Eine weitere auffallende Erscheinung bei dieser Lokomotive ist der ungewöhnlich große Rost, der durch den geringen Heizwert der zur Verwendung kommenden brasilianischen Kohle, die bis zu 30 vH Aschenrückstände aufweist, bedingt wird. Die Kohle ist fettreich und daher langflammig, weshalb eine besondere Verbrennungskammer vorgesehen werden mußte. Der (bei einer Heizfläche von 20 m² für die Feuerbüchse und 123 m² für die Rohre) 5 m² große Rost ist wegen des hohen Aschengehalts der Kohlen als Schüttelrost ausgebildet. Das Gewicht der zu bewegenden Roststäbe erfordert den Antrieb Schüttelvorrichtung mit Dampf.

Eine bemerkenswerte weitere Neuerung ist an den gekupp Rädern angewandt; in den Naben sind gußeiserne Ringe eingela die gegen Rotgußringe der Achslager angedrückt werden. Der der Pressung wird nach Bedarf durch Fett eingestellt, das mittels D schraube von der Außenseite der Nabe her unter Pressung gesetz Die Stellkeile der Achslager sind selbsttätig einstellbar und regeln selbst während der Fahrt entsprechend etwa eingetretenen Abnutzu Diese Neuerungen sind amerikanischen Ursprungs und von der Fra Railway Supply Co. geliefert.

Der Rahmen der beiden Gestelle ist als Barrenrahmen durch Blechverlängerung des Hinterrahmens dem hinteren Laufgestell sprechend ausgebildet. Die vordere und hintere Laufachse sin Bisselgestellen geführt. Die Achsen jeder Rahmengruppe sind d Ausgleichhebelfedern verbunden. Zwischen Lokomotive und Tende eine sogenannte Radialkupplung vorgesehen, durch die bei jeder Ste der Fahrzeuge die Zugschleifen gleichmäßig beansprucht werden. auf zwei zweiachsigen Drehgestellen laufende Tender faßt 16 m³ W und 15 t Kohle. Die Lokomotive wird durch Dampf gebremst, Tender und der Zug durch Luftsaugebremse.

Die Hauptabmessungen der Maschine sind außer den schon wählten folgende:

Treibraddurchmesser	1067 mm
Laufraddurchmesser	630/735 „
Dampfdruck	12 at
Gesamt-Radstand	11 575 mm
Leergewicht	68 000 kg
Dienstgewicht	74 000 „
Reibungsgewicht	62 000 „
Höchste Zugkraft $0{,}75\, x\, p \frac{d\, h}{D} \times 2$	16 500 „
Kleinster Krümmungshalbmesser	90 m
Radstand, Lokomotive und Tender	19 200 mm

[N 6]

Austauschbau bei Eisenbahnwagen.

Von Oberregierungsbaurat Klein, Berlin.

Die wirtschaftliche Herstellung und Ausbesserung der Eisenbahnwagen erfordert Einführung des unbedingten Austauschbaues. Vorbedingungen hierfür sind: Vereinheitlichung der Bauarten und Normung der Bauteile. Erste Anwendung bei offenen 20 t-Güterwagen. Angaben über Erfahrungen beim Bau dieser Wagen und über ihre Ausbesserung in den Eisenbahnwerkstätten. Einführung der Normungsarbeiten und des Austauschbaues bei der Ausbesserung der vorhandenen Wagen.

Einleitung.

Durch die Einführung der Verbandsgüterwagen (jetzt Einheitsgüterwagen), die schon vor etwa 15 Jahren bei den Deutschen Ländereisenbahnen erfolgte, sowie durch die von …9 ab beginnende Einführung der Einheitspersonenwagen für den …zen Bereich der Deutschen Reichsbahn ist zweifellos der Bau… der Wagen der Reichsbahn bereits eine einheitliche Richtung …eben worden. Doch sind neben den rd. 369 000 Einheits…rwagen im Bestande der Reichsbahn noch rund 266 000 ältere … Güterwagen mit abweichenden Bauarten. Die Einheitsgüter…en zeigen unter sich noch 180 wesentlich unterschiedliche …arten. Die überaus häufigen Unterschiede in der Ausbildung … Einzelteile sind hierbei noch nicht berücksichtigt.

Unter den rd. 79 000 Personenwagen der Deutschen Reichs…n befinden sich vorerst nur etwa 3700 Einheitswagen. Wäh… letztere die wünschenswerte Vereinheitlichung in der Bauart …en, bieten die früher gebauten Personenwagen ein buntes …ter unterschiedlicher Bauarten und Einzelteile.

Die vielen Bauarten geben ein ununterbrochenes Bild der …ichen Entwicklung der Wagen bei den einzelnen Ländereisen…nen und bei der Reichsbahn. Sie sind ein Beweis dafür, daß … wesentlichen Anregung, die zur Hebung der Wirtschaft…keit in der Verwendung der Wagen — im Betriebe und im …kehr — gegeben worden ist, unverzüglich nachgekommen ist. … konnte früher vorhandene Bauarten und vorhandene Einzel… um so bereitwilliger ändern, als für die bisherige Herstel…sart häufig keine wesentlichen Anlagekosten aufgewendet …len. Auf einen durch die Bauartänderung bedingten Wechsel …r Herstellungsart brauchte man meistens keine Rücksicht zu …nen.

Je mehr aber die herstellenden und ausbessernden Werke …iner wirtschaftlichen Herstellungsart schritten, je mehr der …sch auf Sonderung in der Fertigung, auf Massenherstellung … Vorratbau laut wurde, um so nachteiliger machte sich die …seitigkeit der Bauarten und Einzelformen bemerkbar. Von … Herstellern mußte immer wieder festgestellt werden, daß sich …ig mit neuen Aufträgen die Wagenbauart änderte, so daß …rungen in der Herstellungsart vorgenommen werden mußten. …erhin konnten hier aber noch — entsprechend der Größe der …räge — Reihenbauten durchgeführt werden.

Unbefriedigend waren und sind die Verhältnisse in den …nbahn-Ausbesserungswerken. Hier laufen die schadhaften …en der verschiedensten Bauarten einzeln in bunter Folge …h. Es ist erklärlich, wenn aus den Kreisen der Hersteller … besonders von seiten der Reichsbahn der Wunsch auf Be…inkung der Bauarten und Vereinheitlichung der Bauformen, … Ruf nach Typisierung, Normung und Austauschbau mit …r stärkerem Nachdruck erhoben wurde.

Dabei wurde die Forderung aufgestellt, daß die Arbeiten …lie Typisierung und Normung zu einem unbedingten Aus…hbau[1]), einem Austauschbau ohne jegliche Nacharbeit, füh… müßte, da dieser eine wirtschaftliche Herstellung und Aus…rung sicherstellen würde, wirtschaftlich durch Einführung … Massenfertigung und des Vorratsbaues, wirtschaftlich durch …all jeder Paßarbeit beim Zusammenbau, wirtschaftlich in der …rzung der Herstell- und Ausbesserzeiten.

Vorbedingungen für den Austauschbau.

Eine der Vorbedingungen für den Austauschbau, die Typi…ng, d. h. die Vereinheitlichung der Bauarten …er Wagen, wurde bereits durch die Arbeiten der Reichsbahn zur …ihrung der Einheitsgüter- und der Einheitspersonenwagen …t. Bevor diese Bauarten aber für den Austauschbau bereit…llt werden, müssen sie in allen ihren Teilen derart durch…eitet sein, daß sie den Anforderungen des Baues, des Ver…; und des Betriebes voll entsprechen, so daß wesentliche Än…gen in nächster Zeit nicht mehr erforderlich sein werden. …r müssen die Einzelteile dieser Bauarten, zum Beispiel …ntergestelle, untereinander weitgehend vereinheitlicht wer… Für die Einheitspersonenwagen werden diese Arbeiten im Ausschuß für die Vereinheitlichung der Bauarten der Personenwagen und Gepäckwagen bereits bei der Aufstellung der neuen Bauarten durchgeführt. Für die Güterwagen ist der Güterwagenausschuß noch bei der Durcharbeitung der ehemaligen Verbandsgüterwagen, die infolge ihrer Entstehungsart noch nicht die gewünschte Einheitlichkeit aufweisen.

Eine weitere Vorbedingung für den Austauschbau bei den Wagen ist ihre Normung. Durch die Arbeiten des Normenausschusses der Deutschen Industrie (allgemeine Normen) und des Allgemeinen Wagennormenausschusses (Awana-Fachnormen) sind bereits namhafte Fortschritte gemacht worden. Wo bei den Arbeiten des NDI für den Eisenbahnwagenbau noch Lücken waren, hat der Awana vorläufig Fachnormen (Wa-Normen) aufgestellt. So mußten für mehrere Eisenprofile, ferner für die Hölzer im Wagenbau Wanormblätter aufgestellt werden, die dem NDI als Unterlagen für spätere Dinormblätter dienen werden. Der Awana hat sich dabei nicht auf die Normung der Reichsbahnwagen beschränkt. Seine Arbeiten greifen über auf alle Erzeugnisse der Wagenbauindustrie, zum Beispiel auch auf Kleinbahn- und Straßenbahnwagen. Um jedoch dem Bedürfnis der Reichsbahn gerecht zu werden, wird vom Awana jedes Dinormblatt wie jedes Wanormblatt noch einer besonderen Sichtung unterzogen. Es sind zum Beispiel nicht alle Schrauben der DIN 418, die für die Bedürfnisse aller Industriezweige aufgestellt ist, für die Reichsbahnwagen erforderlich.

Die Auswahl für die Reichsbahn wird von dieser wie bei allen Normen nach dem Gesichtspunkt getroffen, daß nicht die große Anzahl der im Betriebe befindlichen Wagen aller Bauarten, sondern nur noch die Wagen, die in absehbarer Zeit gebaut werden, das sind die Einheitsgüter- und die Einheitspersonenwagen, maßgebend sein können. Der Bedarf für diese Wagen ist dann unter teilweiser Änderung der Bauart gekürzt. Formen, die in andern Industriezweigen keine Verwendung finden, werden

Deutsche Industrie—Normen

Lochdurchmesser — Eisenbahnwagenbau — DIN WAN 10

DIN 3 gekürzt

mm

		26	52	105		
			(53)[1])			
	11		55	110	210	310
		28		115		
2		30	60	120	220	320
		32		125		
3	13	33	65	130	230	330
3 5				135		
4	14	35	70	140	240	340
4 5				145		
5		(37)	75	150	250	350
	16	38		155		
6	17	40	80	160	260	360
	18	42		165		
7	19		85	170	270	370
	20			175		
8	21	45	90	180	280	380
	22			185		
9	23	47	95	190	290	
	24	48		195		
10		50	100	200	300	

Die eingeklammerten Durchmesser sind für Neubau möglichst zu vermeiden.

[1]) In DIN 3 nicht enthalten.

Februar 1923

Genehmigt vom Allgemeinen Wagen-Normen-Ausschuss 20. Juli 1922.
Anerkannt durch Erlaß des Reichsverkehrsministers vom 23. Dezember 1922. Gesch. Nr. E VII 72 O 27 764

RZ438Z1

Abb. 1. Durch Kürzung von Din 3 entstandenes Wanormblatt.

[1]) Über Austauschbau bei Eisenbahnwagen s. a. Glasers Annalen vom 1922 S. 17 u. f.

Deutsche Industrie-Normen

Ungleichschenklige Winkeleisen

Eisenbahnwagenbau

DIN WAN 506

DIN 1029 gekürzt

Bezeichnung eines ungleichschenkligen Winkeleisens mit den Schenkellängen 30 45 mm und der Schenkeldicke 5 mm

Winkeleisen 30·45·5 DIN 1029

mm

Schenkel Länge a·b	Schenkel Dicke d	Gewichte kg/lfd m etwa	Schenkel Länge a·b	Schenkel Dicke d	Gewichte kg/lfd m etwa	Schenkel Länge a·b	Schenkel Dicke d	Gewichte kg/lfd m etwa
30 45	3	1,70	65 80	6	6,56	80 120	**10**	14,94
	4	2,25		[illegible]	8,56		12	17,82
	5	2,77		10	10,53	90 130	10	16,42
40 50	3	[illegible]	65 100	7	8,70		12	19,70
	5	3,35		[illegible]	11,15	90 150	10	18,18
40 60	5	3,76		**11**	13,42		12	21,60
	6	4,45	65 115	8	10,86		14	24,96
	7	5,14		**10**	13,40	90 250	10	26,03
40 80	6	5,41	65 130	8	11,80		12	31,02
	8	7,07		10	14,60		14	35,95
50 65	5	4,36		**12**	17,35	100 150	**10**	18,94
	7	5,90	75 90	**7**	8,74		12	22,53
	9	7,53		9	11,08		14	26,06
65 75	6	6,37		11	13,35	100 200	12	27,30
	8	8,35	75 · 100	7	9,26		14	31,64
	10	10,25		**9**	11,81		16	35,87
				11	14,25			

Nur die fettgedruckten Abmessungen dürfen für die Deutsche Reichsbahn verwendet werden

Oktober 1923

Genehmigt vom Allgemeinen Wagen-Normenausschuß 18. Mai 1922 [illegible] durch Erlass des Reichsverkehrsministers vom 23. Dezember 1922 [illegible]

RZ 438 Z 2

Abb. 2. Wanormblatt für ungleichschenklige Winkeleisen.

nach Möglichkeit ausgemerzt. Anderseits ist auf die Formen, die zurzeit bei der Reichsbahn bevorzugt werden (siehe Merkbuch für Baustoffe), Rücksicht zu nehmen. Beim Bau neuer Wagen sollen nur noch, bei der Ausbesserung alter Wagen möglichst die genormten Teile benutzt werden.

Nachstehend mögen in Kürze einige Beispiele der Normungsarbeiten des Awana, die den Austauschbau besonders beeinflussen, aufgeführt werden:

Unter Zugrundelegung des DIN 3 hat man das in Abb. 1 dargestellte Wanormblatt festgelegt, um eine Beschränkung der Zahl der im Wagenbau zulässigen Lochdurchmesser und damit auch der hierfür erforderlichen Werkzeuge zu erreichen.

In den Wagenbauanstalten sind im Jahre 1920 nicht weniger als 87 Arten von ungleichschenkligen Winkeleisen mit verschiedenen Schenkellängen verwendet worden. In den preußisc[illegible] Eisenbahnwerkstätten wurden in dem gleichen Jahre 74 Ar[illegible] gebraucht. Der NDI hat auf Grund der unumgänglich notw[illegible]digen Bedürfnisse aller Verbraucherkreise den Entwurf [illegible] Dinormblattes 1029 mit 25 Arten aufgestellt. Diese Anzahl ist [illegible] Wan 506, Abb. 2, für den gesamten Wagenbedarf auf 18 und [illegible] die Wagen der Reichsbahn auf nur noch 13 Arten eingeschrä[illegible] worden. Bei diesen erscheinen zur Vereinheitlichung der Lag[illegible]haltung die Winkel nur noch mit einer Schenkeldicke.

Abb. 3 enthält die für den Eisenbahnwagenbau erfor[illegible]lichen Holzabmessungen für Bretter und Bohlen. Die Norm [illegible] geht von den unbearbeiteten Hölzern aus. Die Breiten sind h[illegible]delsüblich von 10 zu 10 mm abgestuft, die Dicken nach der [illegible]malzahlenreihe des NDI (geometrische Reihe der DIN 323).

In der ersten Spalte sind die einbaufertigen Dicken a[illegible]geben, die gleichfalls der Normenzahlenreihe entnommen [illegible] Die einbaufertigen Breiten ergeben sich aus der Bauart [illegible] Wagens. Für die Bearbeitung ist mit einer Breitenverminde[illegible] von $b/20$, mindestens aber 5 mm zu rechnen.

Auf Grund der Wan 521 hat der Awana die Bretter und [illegible]len der Einheitsgüterwagen der Deutschen Reichsbahn genorm[illegible] in Wan 521 durch einen schrägen Strich gekennzeichnet.

Bisher waren an rohen Breiten erforderlich 24 Abmessung[illegible]
nach Wan 521 . . . . nur 21 „
an bearbeiteten Breiten waren erforderlich 52 . „
nach Wan 521 . . . . nur 21 „

Früher | Jetzt — Früher | Jetzt — Früher | Jetzt

Breite | Dicke | Breite

150 15 150; 115, 135 19 120; 85, 100, 125, 135, 140, 160 24 100, 140, 160; 135, 140, 145 26 130, 150; 85, 100, 105, 150, 160, 165, 170 29 100, 170; 165, 240 34 170; 215, 220 36 190; 195, 210 40 170, 200

130, 140, 150, 155, 165, 170, 200, 205, 210, 215, 220, 225, 230, 240, 250, 255, 280 45 130, 160, 170, 210

210, 225, 230, 250 60 190, 210; 200, 210, 220 64; 210 68 210; 210 126; 210 160 210

25 Stück | 13 Stück — 17 Stück | 4 Stück — 10 Stück | 4 Stück

Insgesamt: Früher 52 Stück, jetzt 21 Stück

7.24.

LHL — Holznormung im Eisenbahnwagenbau — Austausch[illegible]

RZ 438 Z 4

Abb. 4. Querschnitte der Hölzer für die Einheitsgüterwagen.

— — — unbearbeitet — bearbeitet (b_1, s_1, s)

Bezeichnung eines unbearbeiteten, lufttrockenen Brettes von 36 mm Dicke, 190 mm Breite u. 2800 mm Länge aus Kiefer:

36 × 190 × 2800 WAN 521 Kiefer

mm

Dicken s einbaufertig beiderseits behobelt	Dicken s_1 unbearbeitet bei Breiten b_1: 80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	280	320
8	11	11	11	11	11	11	11														
9	12	12	12	12	12	12	12														
10	13	13	13	13	13	13	13														
12,5	15	15	15	15	15	15	15	15	15												
14	17	17	17	17	17	17	17	17	17												
16	19	19	19	19	19	19	19	19	19												
18	22	22	22	22	22	22	22	22	22												
20	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24								
22	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26								
25	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29						
28	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32						
(30)	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34						
32	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36			
36			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
40			45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
45			50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
50				55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
56				60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
64								68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	
72									75		75		75		75		75				
80									85		85		85		85		85				
90													95		95		95				
100													105		105		105				
112													118		118		118				
125													132		132		132				
140													150		150		150				
(150)													160	160	160		160				

7.24 ⟋ = Reichsbahngrößen, im ganzen 21 Größen (früher 52)

LHL — Holzabmessungen für Bretter und Bohlen, lufttrocken — Austauschbau

RZ 438 Z 3

Abb. 3. Für den Eisenbahnwagenbau erforderliche Holzabmessungen für Bretter und Bohlen.

Nut und Spund — Nut und Feder — Falz — Sattel

Bezeichnung einer Brettverbindung mit Nut und Feder bei einer einbaufertigen Dicke s von 22 mm.

Nut und Feder 22 WAN 522

mm

Einbaufertige Dicke s	Nut und Spund h	Nut und Spund d	Nut und Spund r	Nut und Spund a	Nut u. Feder b	Nut u. Feder d	Falz h	Sattel ~h	Sattel a
8	5	3	1,5	1	10	2,5	6	3	1
9	5	3	1,5	1	10	2,5	6	3	1
10	5	3	1,5	1	10	2,5	6	3	1
12,5	6	4	2	1,5	12	3	8	4	1,5
14	7	4	2	1,5	12	3	8	4	1,5
16	8	5	2	1,5	16	3	8	5	1,5
18	8	5	2	2	16	3	10	6	2
20	10	6	3	2	20	4	10	6	2
22	10	6	3	2	20	4	10	7	2
bis 150									

27 Größen

⟋ sind Reichsbahngrößen

6.24.

LHL — Verbindungen der Bretter u. Bohlen — Austausch[illegible]

RZ 438 Z 5

Abb. 5. Normung der Holzverbindungen.

In Abb. 4 sind die Querschnitte der Hölzer für die Einheitsgüterwagen zusammengestellt. Die Dicke der Bretter, die einbaufertig zur Verwendung kommen, ist in der Mittelspalte angegeben. Während links die vor der Normung bestehenden Breiten der Lagerhölzer gezeichnet sind, stehen rechts die nach der Normung festgelegten Größen. Es ist ersichtlich, wie für einzelne Dicken die Normung die Breiten erheblich eingeschränkt hat.

Erreicht ist durch diese Normung:

Festlegung der Abmessungen für neue Entwürfe,
Einschränkung der Abmessungen für die Einheitsgüterwagen,
Herabminderung der bisherigen großen Holzbreiten und
wirtschaftliche Ausnutzung der Rohhölzer, d. h. erheblich geringerer Verschnitt.

Hand in Hand mit der Normung der Querschnitte der Hölzer ging die Normung der zugehörigen Holzverbindungen, Nut und Spund, Nut und Feder, Falz, Sattel, Abb. 5. Der Vorteil dieser Normung liegt u. a. in der einheitlichen Gestaltung der Fräser und Einrichtungen zum Herstellen der Verbindungen.

Die Normung der einzelnen Wagenteile ist vom Awana bereits weitgehend durchgeführt worden. Es mögen hier als Beispiele erwähnt werden die Bremsteile, die nunmehr für alle zweiachsigen Wagen, Güter- wie Personenwagen, die gleichen Formen erhalten haben. Es seien ferner genannt die Zug- und Stoßvorrichtungen, die Federn und die mittelschweren Beschlagteile.

Abb. 6. Gütegrade und Sitze im Wagenbau

Austauschbau.

Grundlagen. Bei den Teilen, deren Abmessungen infolge dieser Vorarbeiten festlagen, waren nunmehr die Austauschmaße anzugeben. Maßgebend waren dabei die Passungsarbeiten des NDI, die uns die Einführung eines einheitlichen und wirtschaftlichen Austauschbaues ermöglicht haben. Die Arbeiten des NDI mußten aber für den vorliegenden Zweck noch einer Sichtung unterzogen werden. So war zuerst eine Wahl zwischen den beiden Passungssystemen des NDI, der Einheitsbohrung und der Einheitswelle zu treffen. Die Eisenbahnverwaltung hat sich bei dem Bau ihrer Betriebsmittel für die Einheits b o h r u n g entschieden, da bei diesem System für den vorliegenden Zweck eine geringere Anzahl von Werkzeugen und Lehren erforderlich ist als bei der Einheitswelle.

Bei der Auswahl der Gütegrade für die Arbeitsgenauigkeit der Paßteile war die Wirtschaftlichkeit bei der Verwendung und Herstellung maßgebend. Jede unbegründete Steigerung der Anforderung mußte hier unbedingt vermieden werden. Die eingehenden Arbeiten des Awana[1]) haben ergeben, daß mit der in Abb. 6 angegebenen Auswahl der Gütegrade und Sitze im Wagenbau auszukommen ist.

Der Wagenbau gebraucht also von den 22 Paßsitzen des NDI nur 8 und von diesen in bemerkenswertem Umfange auch nur die Sitze der Grobpassung. Für die meisten Passungen im Wagenbau sind die Anforderungen, die durch die Grobpassung an die Herstellungsgenauigkeit gestellt werden, noch viel zu hoch. Vom Awana waren daher — gemeinsam mit dem Lokomotivbau, für den bei vielen Teilen ähnliche Verhältnisse vorliegen — die „großen Spiele" (s. Abb. 6, letzte Spalte) vorgeschlagen worden, die den Bedürfnissen im Wagenbau Rechnung tragen.

Im Eisenbahnwagenbau kommen für einzelne Verbindungen Warm- und Schrumpfsitz vor, für die der Awana Abmaße aufgestellt hat. Diese Sitze sind in Abb. 6 zu Anfang der Grobpassung aufgenommen worden und in Abb. 7 ausführlich dargestellt.

Die bisher vom NDI wie auch vom Elna (engeren Lokomotivnormenausschuß) für Preß- und Warmsitze gegebenen Abmaße sind für die Zwecke des Eisenbahnwagenbaues zu fein.

Der Awana hat auf Grund eingehender Versuche die Abmaße derart festgelegt, daß der Toleranzbereich für Preßsitze 10 bis 15 Paßeinheiten und der für Warmsitze 15 bis 20 Paßeinheiten beträgt. Für auszutauschende Teile und für Entfernungen einzelner Teile von einander, bei denen die Abmaße der Passungen und der großen Spiele noch zu fein sein würden, ist auf Vorschlag des Awana im Anschluß an die Normenzahlenreihe DIN 323 die nachstehende Reihe eingeführt worden:

0,5, 0,6, 0,8, 1, 1,2, 1,6, 2, 2,5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 mm.

Die unterstrichenen Zahlen sollen dabei bevorzugt werden.

Abb. 7. Preß- und Warmsitze.

Von Bedeutung für den Austauschbau ist die Festlegung der Nietlochentfernungen. Erst durch eine richtige Bemessung der Abmaße hierfür ist ein wirtschaftlicher Zusammenbau der Einzelteile, die einschließlich der Nietlöcher an beliebigen Stellen gefertigt sein können, ermöglicht. Die Eisenbahnverwaltung hat für den Wagenbau bei Nietlochentfernungen die Abmaße auf $\pm 0,5$ mm begrenzt, Abb. 8 und 9. Hierbei ist selbst in den Grenzfällen die Einführung der Normenniete mit größtem Abmaß in die Nietlöcher mit kleinstem Abmaß noch sichergestellt.

Die amtlichen Abnahmevorschriften schreiben bei übereinanderliegenden Nietlöchern eine glatte Lochwandung, d. h. also ein Aufreiben der Nietlöcher, vor. Die Beschränkung der Abmaße auf $\pm 0,5$ mm erleichtert jedoch eine Nachprüfung, ob nicht im Eisenbahnwagenbau bei den meisten Nietverbindungen diese Unebenheit der Lochwandung in Kauf genommen werden kann. Es würde dann ein Austauschbau erreicht sein, bei dem die jetzt erheblichen Anpaßkosten für die Einzelteile in Fortfall kommen und Lohnkosten nur einmalig bei der Herstellung der Vorrichtung zum Bohren der Nietlöcher entstehen würden.

Es mag darauf hingewiesen werden, daß bei jedem Aufreiben der Bohrlöcher die Lochdurchmesser verändert werden und daß dadurch ein späterer Austausch ohne Nacharbeit unmöglich gemacht wird.

Die Nietlochentfernungen sind von einer Bezugslinie oder von einem Bezugspunkt einzutragen, deren Wahl derart erfolgen muß, daß die Abmaße der Walzprofile den Austauschbau nicht behindern, Abb. 10. Braucht die Lage eines Austauschteiles zu einer Bezugslinie nicht besonders genau zu sein, und kann das Spiel auf beide Löcher verteilt werden, so kann das Abmaß der Nietlochentfernungen bis zu ± 1 mm betragen, Abb. 11.

[1]) Für den Eisenbahnwagenbau hat der Awana ein „Merkbuch für Austauschbau" herausgegeben, das in leicht verständlicher Form eine Zusammenstellung und Erläuterung der für den Austauschbau zu beachtenden Richtlinien enthält.

Anwendung im Neubau. Im Wagenbau sind durch obige Richtlinien die Grundlagen für die Einführung des Austauschbaus gegeben.

Zuerst ist der Austauschbau für Eisenbahnwagen bei den Schalen und Gehäusen der Güterwagenachslager angewandt worden. Hier hatte die Anfertigung der Paßteile, die lediglich nach den Nennmaßen der Musterblätter erfolgte, in einem derartigen Umfange zu unwirtschaftlichen Nacharbeiten geführt, daß dieser Mangel vor allem beseitigt werden mußte.

Für ganze Wagen ist der Austauschbau bei dem Bau von 120 offenen 20 t-Güterwagen eingeführt worden, die im Jahre 1924 von der Dessauer Waggonfabrik angefertigt worden sind. Alle neu zu bauenden offenen Güterwagen für 20 t Ladegewicht sollen nur noch im Austauschbau hergestellt werden. Die Bauart der Einzelteile dieser Wagen wird, soweit wie möglich, allen andern Einheitsgüterwagen zugrunde gelegt werden. So wird erwogen, das Untergestell in der gleichen Ausführung — also mit den gleichen Austauschmaßen seiner Einzelteile — für den bedeckten Güterwagen für 15 t Ladegewicht und für den doppelbodigen Viehwagen zu verwenden. Die Bremsteile werden für alle zweiachsigen Einheitsgüter- und Personenwagen die gleichen sein. Der Awana hat nach der Durcharbeitung des offenen Güterwagens für 20 t Ladegewicht für den Austauschbau den offenen und den

Abb. 8 und 9. Abmaße bei Nietlochentfernungen.

bedeckten Güterwagen für 15 t, den vierachsigen Schienenwagen, den Rungen- und den Holzwagen in Angriff genommen. Von den Einheitspersonenwagen wird als grundlegend für den Austauschbau aller übrigen Einheitswagen der Abteilwagen 4. Klasse bearbeitet. Hier wird sich nach den nunmehr abgeschlossenen Arbeiten ein in weitestem Umfange durchgeführter Austauschbau ermöglichen lassen.

Es wird zweckmäßig sein, Mitteilung von einigen Erfahrungen zu machen, die beim Bau der ersten Austauschwagen in Dessau gemacht worden sind.

Zum Herstellen und Nachprüfen der nach den Passungen und großen Spielen hergestellten Teile empfiehlt es sich, selbst da, wo nur nach Schublehrengenauigkeit hergestellt wird, nur feste Lehren zu verwenden. Die häufige Ein- und Umstellung der Schublehren ist zeitraubend und führt zu Fehlern. Da die Anzahl der bei einem genormten Wagen vorkommenden Loch- und Wellendurchmesser (gemäß Wan 10) auf ein Mindestmaß eingeschränkt ist, sind nur wenige Lehren erforderlich. Ihre Anfertigung stellt bei dem geringen Genauigkeitsgrad, der für die im Wagenbau vorherrschenden Lehren der Grobpassungen und der großen Spiele vorgesehen ist (siehe Merkbuch für Austauschbau), keine besonders hohen Anforderungen. Das gleiche gilt für die zur Nachprüfung der Lehren vorzuhaltenden Abnutzungsprüfer. Notwendig ist allerdings hierfür die Benutzung einwandfreier Meßgeräte, besonders eines Satzes von Endmaßen.

Abb. 11. Abmaß der Nietlochentfernungen ohne Berücksichtigung der Genauigkeit.

Die Einhaltung der für den Austauschbau geforderten Lochentfernungen für Niete und Schrauben wird sich nur durch Benutzung von Bohrvorrichtungen erreichen lassen, Abb. 12.

Die Art der Ausführung der einzelnen Bohrvorrichtungen muß der Findigkeit eines jeden Herstellers überlassen bleiben. Zu fordern ist nur, daß die nach den Vorrichtungen hergestellte Fertigstücke in den Lochentfernungen, bezogen auf die vorg[eschriebene] Bezugskante, austauschbar hergestellt sind.

Die Anfertigung der Bohrvorrichtungen dürfte keine beso[nderen] Schwierigkeiten bereiten. Die Dessauer Waggonfabrik z. [B.] hat alle wesentlichen Bohrvorrichtungen für den offenen Güte[r]wagen im eigenen Betrieb auf vorhandenen Werkzeugmaschin[en] hergestellt. Es empfiehlt sich, um möglichst viel Spielraum f[ür] die Abnutzung der Vorrichtungen zu gewinnen, ihre Herstellu[ng] mit weitgehender Genauigkeit — innerhalb wirtschaftlicher Gre[n]zen — vornehmen zu lassen.

Auch die Frage, ob für die Bohrvorrichtung besser fes[te] oder lose Bohrbüchsen zu wählen sind, ist zweckmäßig eine[m] jeden Hersteller zur Lösung zu überlassen. Dessau hat mit feste[n] Bohrbüchsen, die sich das Werk im eigenen Betriebe hergeste[llt]

Abb. 10. Eintragung der Nietlochentfernungen von einer Bezugskante.

hat, gute Ergebnisse erzielt. Der Awana hat nach DIN 179 [ei]n Wanormblatt für feste Bohrbuchsen aufgestellt, Abb. 13.

Für die gebräuchlichen Durchmesser sind nur zwei Höh[en], 16 und 20 mm gewählt worden, erstere zweckmäßig bei V[or]richtungen aus Flußstahl, letztere für solche aus Gußeis[en]. Gleichzeitig sind, um das Auswechseln aufgebrauchter Bo[hr]buchsen zu ermöglichen, Erneuerungsbuchsen genormt. Die können auch verwendet werden, wenn geringe Lochversetzun[gen] infolge Änderungen notwendig werden, oder wenn bei der H[er]stellung der Vorrichtung Ausschuß entstanden ist.

Die im Eisenbahnwagenbau genormten Bohrbuchsen könn[en] nutzbringend nur verwendet werden, wenn sie ordnungsgemäß eingebaut werden. Die Darstellung „Falsch", Abb. 14, läßt gen[au] erkennen, daß die Kanten des Bohrers beim Anbohren eines Werkstückes erheblich leiden. Auch die Bohrbuchse selbst wi[rd] stark abgenutzt. Die Anordnung „Richtig" hebt die ungünstig[en] Wirkungen zum großen Teil auf.

Die Entscheidung, welche Teile zweckmäßig nach Vorri[ch]tung herzustellen sind, wird nur zum Teil durch Wünsche d[er] Eisenbahn beeinflußt werden. Die Eisenbahn fordert den A[...]

Abb. 12. Vorrichtung zum Bohren eines Winkels.

Abb. 13. Wanormblatt für feste Bohrbuchsen.

Abb. 14. Einbau der genormten Bohrbuchsen.

uschbau nur bei den Teilen, die im Betriebe einer stärkeren onutzung unterliegen und daher in den Werkstätten häufig ausgewechselt werden müssen. Der Neubau wird darüber hinaus ine Ansprüche erweitern. Hierbei werden alle Bauteile, die aus irtschaftlichen Gründen in Massenfertigung auf Vorrat zu bauen id, austauschbar sein müssen.

Anwendung bei Austauschbauwagen in den isenbahn-Werkstätten. Für die Eisenbahnwerk-;itten können die Vorzüge der neuen Austauschbauwagen nur Erscheinung treten, wenn die Austauschbarkeit der häufiger szuwechselnden Teile bei Ausbesserungen erhalten bleibt. Es iß die jetzt vorwiegende Einzelarbeit der Teile, die hohe Lohnsten für den Zusammenbau erfordert, durch paßgerechte issenarbeit ersetzt werden. Eine Paßarbeit beim Zusammenu, deren Kosten sich bei jedem Stück wiederholen, darf nicht hr erfolgen. Die Austauscharbeit wird nur noch einmalige isten für Lehren und den Vorrichtungsbau verursachen.

Selbst wenn der Austauschbau in größerem Umfange beim ubau der Wagen eingeführt sein sollte, würde es nicht zweckißig erscheinen, jede der vorhandenen Eisenbahnwerkstätten t den umfangreichen Sätzen an Lehren und Arbeitsvorrichtun-n zu versehen, die für jede der Wagenbauarten erforderlich id. Es wird hier eine Sonderung nach den Bauarten, vielleicht einzelnen Fällen sogar nach den Bauteilen, eintreten müssen.

Für die Ausbesserung der offenen 20 t-Güterwagen sind zum ispiel vorab fünf über das Reichsbahngebiet verteilte Werktten vorgeschlagen worden, die mit den erforderlichen Vorratslen auszurüsten wären. Diese Vorratsteile wären in der Übergszeit zunächst zu beziehen. Alsdann wäre eines der fünf sbesserungswerke mit der Herstellung der Lehren und Bohrrichtungen für den eigenen Bedarf und den Bedarf der vier dern Werke zu beauftragen. Dieses Werk müßte auch für e beteiligten Eisenbahnwerke die für die Vernietung der Austschteile erforderlichen Zusammenbauvorrichtungen (z. B. für nze Kopfklappen, Seitentüren) und die Meßvorrichtungen fern, die auch für die Nachprüfung auf die Maßhaltigkeit der iadhaften Wagen erforderlich sind. Die Werke hätten dann mählich die gesamte Fertigung der Vorratsteile zu übernehmen.

Nach den Erfahrungen in der Dessauer Waggonfabrik bei r Einführung des Austauschbaues sind auch für die Eisenbahn-isbesserungswerke Schwierigkeiten bei der Herstellung der Lehi und Vorrichtungen nicht zu erwarten.

Die mit diesen Hilfsmitteln in den Werkstätten hergestellten rratsteile werden bei den auszubessernden Austauschwagen den meisten Fällen ohne Nacharbeit benutzt werden können. wird hierfür erforderlich werden, bei den einkommenden igen in größerem Umfange, als es bisher geschehen ist, die rbiegungen, die durch die Betriebsbeanspruchung entstanden d, zu beseitigen. Z. B. müssen die Wagenseitenwände gerichtet rden, ehe Vorratskopfwände angebracht werden können.

Ein besondrer Wert wird bei der Herstellung wie bei der sbesserung der Wagen der Abnahme der Einzelteile beizumessen sein. Es muß darauf Wert gelegt werden, daß jeder nach Paßmaßen hergestellte Teil bei der Abnahme auf Richtigkeit geprüft und mit einem Abnahmestempel versehen wird. Es muß eine völlige Sicherheit dafür vorhanden sein, daß alle auf Vorrat hergestellten Austauschteile auch maßgerecht sind.

Für die Abnahme werden die Werklehren der Hersteller zu benutzen sein, und zwar um Beanstandungen zu vermeiden, zweckmäßig nur solche Werklehren, die bereits innerhalb des zulässigen Abnutzungsgrades abgenutzt sind. Bei dem Empfang der Lehren empfiehlt es sich, eine Nachprüfung mittels des Abnutzungprüfers vornehmen zu lassen.

Einführung bei alten Wagen. Für die Eisenbahnwerkstätten ist die Einführung des Austauschbaues gerade bei alten vorhandenen Wagen wichtig, die bisher nicht im Austauschbau hergestellt sind, bei Einheitswagen und älteren Wagen. Grundsätzlich sind alle Dinormen und Wanormen, die vom Awana als Reichsbahnwagennormen gekennzeichnet sind, auch bei der Ausbesserung der vorhandenen Wagen anzuwenden. Hierdurch werden auch für die Eisenbahnwerkstätten unverzüglich alle mit der Einführung der Normung verbundenen wirtschaftlichen Vorteile: Massenfertigung und Vorratbau, erreicht werden.

Mit diesem Vorratbau würden die Vorteile des Austauschbaues verbunden sein, wenn die Vorratsteile auch nach allen für den Neubau vorgesehenen Paßmaßen gefertigt werden könnten. Häufig wird man aber bei den Anschlußstellen der Vorratsteile von der im voraus vorgenommenen paßgerechten Herstellung absehen müssen. Insbesondere wird es bei vielen Ausbesserungsteilen nicht möglich sein, alle Nietlöcher vorher in den Bohrvorrichtungen zu bohren. Man wird sich zuerst damit begnügen müssen, zum Ausbessern alter Wagen nach den Normen gefertigte Vorratstücke auf Lager zu halten, bei denen für den Zusammenbau noch Paßarbeiten erforderlich sind. Inwieweit sich diese nachträglichen Paßarbeiten einschränken lassen, muß noch geprüft werden.

Man kann also für die Ausbesserarbeiten alter Wagen ohne Verzug mit der Anfertigung der für den Neubau genormten Teile beginnen. Für diese Arbeiten wären in den für die Herstellung bestimmten Eisenbahnwerkstätten alle die Vorrichtungen, Lehren und sonstigen Geräte erforderlich, die bei der Ausbesserung der neuen Austauschwagen genannt sind.

Die durch Normung und Austauschbau erzielte Wirtschaftlichkeit bei der Neufertigung und Instandsetzung wird mit der Einführung neuer Bauformen wieder vermindert. Jede Änderung unterbricht die Reihe der einheitlichen Bauarten und erschwert die Möglichkeit des Austauschbaues, anderseits darf durch die Normung die Entwicklung im Bau nicht gehemmt werden. Die infolge dieser Entwicklung erforderlichen Bauartänderungen müssen gesammelt und dürfen erst nach größeren Zeitabschnitten, in denen die ganze Wagenbauart durchgearbeitet sein wird, eingeführt werden. Man wird dann eine Stufenentwicklung erhalten, die sowohl den Anforderungen des Neubaues wie der wirtschaftlichen Herstellung Rechnung tragen wird.

[B 438]

Selbsttätige Zugsicherungsanlagen mit Wechselstrom
unter besonderer Berücksichtigung der Anlagen der Hamburger Hochbahn.

Vom Oberingenieur Carl Wolff, Hamburg[1]).

Nachdem die Grundlage der selbsttätigen Zugsicherung, der Gleiskreis, geschildert worden ist, werden die verschiedenen Schaltungen dieser Gleiskreise besprochen. An der Hand von Beispielen werden die für den Gleiskreis notwendigen Geräte dargestellt und die Anwendung der Gleiskreise bei Stellwerken besprochen. Zum Schlusse wird auf die wirtschaftliche Bedeutung der selbsttätigen Sicherung hingewiesen.

In den letzten zwanzig Jahren ist von Amerika eine Bewegung ausgegangen, die handbedienten Zugsicherungsanlagen durch selbsttätige zu ersetzen. Während man bei der ersten Einführung von dem Grundsatz ausging, durch Ausschaltung des Menschen und seiner Fehler eine der Zugförderung erhöhten Schutz gewährende Anlage zu schaffen, trat dieser Gesichtspunkt bald an zweite Stelle, als man erkannte, daß die selbsttätigen Signale vor allem eine bedeutende Ersparnis im Betriebe brachten. Abgesehen von der Personalverminderung, die sich durch Fortfall des Bedienungspersonals an allen Blockzwischenstellen ergab, konnte die Leistungsfähigkeit der Bahnen durch Steigerung der Zugdichte und Erhöhung der Reisegeschwindigkeit vergrößert werden. Es ist ohne weiteres klar, daß eine Bahn mit Blockabschnitten von 1600 m, wie sie in Amerika allgemein üblich sind, viel leistungsfähiger ist als eine solche mit Abschnitten von 10 oder mehr Kilometern Länge. Bei den riesenhaften amerikanischen Stationsentfernungen war daher die Verkürzung der Blockstrecken für die Bahngesellschaften eine Lebensfrage. Diese Verkürzung konnte jedoch nur durchgeführt werden, wenn eine Zugsicherung zur Verfügung stand, die ohne Vermehrung des Personals den Einbau einer beliebig großen Zahl von Signalen gestattet. Diese Möglichkeit bietet die selbsttätige Zugsicherung. Wie weit sich diese Anordnung in Amerika eingebürgert hat, erkennt man am besten daraus, daß im Jahre 1923 selbsttätige Signale auf rd. 3250 Bahnkilometern eingebaut worden sind. Am 1. Januar 1924 waren auf einer mit Blocksignalen versehenen Bahnlänge von 170 430 km 67 757 km, also 40 vH, mit selbsttätigen Signalen ausgerüstet.

Abb. 1. Wechselstromantrieb mit Isolierstößen in einer Schiene.

Die Vorteile dieser neuen Signalanordnung hat sich Europa bisher in nur verschwindendem Maße zunutze gemacht. Sieht man von einigen unbedeutenden Vollbahnstrecken in England ab, so haben nur die städtischen Schnellbahnen in London, Paris, Berlin und Hamburg selbsttätige Signale.

Der Grund für diese Zurückhaltung der großen Bahngesellschaften liegt hauptsächlich darin, daß fast überall, besonders aber in Deutschland, eine hochentwickelte Signalanlage vorhanden ist, die einfach aufzugeben, höchst unwirtschaftlich wäre, selbst wenn die Kosten des zur Bedienung nötigen Personals hoch sind. Wo jedoch neue Strecken gebaut, wo alte Einrichtungen ersetzt werden müssen, wo die Verhältnisse eine Vermehrung der Zugdichte verlangen oder andre Bedingungen vorliegen, werden die Bahnen auch in Europa prüfen müssen, ob es nicht vorteilhafter ist, zu der neuen Anordnung überzugehen, zumal sie sich leicht in jede vorhandene eingliedern läßt. Es ist daher erforderlich, daß sich bei uns die Fachkreise mit der Wirkungsweise der selbsttätigen Zugsicherung vertraut machen. Ich will deshalb die Grundzüge dieser Zugsicherung schildern, da, abgesehen von dem Werke von Kemmann und einigen in verschiedenen Zeitschriften verstreuten Aufsätzen von Dr.-Ing. H. Arndt, die Literatur so gut wie ganz fehlt.

Gleisstromkreis.

Die Grundlage der selbsttätigen Signalanordnung bildet der Gleisstromkreis. Die Fahrschienen werden als Hin- und Rückleitung für den Signalstrom benutzt; am Anfang eines jeden Blockabschnitts, der elektrisch von seinen Nachbarabschnitten durch Isolierstöße getrennt ist, befindet sich ein Relais mit Kontakten, die den Signalantriebstrom steuern, am Ende eine Stromquelle. Man kann als Stromquelle Gleichstrom oder Wechselstrom benutzen. In der ersten Zeit verwendete man ausschließlich Gleichstrom, der noch bei vielen amerikanischen Bahnen in Gebrauch ist, jedoch verschiedene Nachteile aufweist. Abgesehen von den hohen Stromerzeugungskosten und der Unzuverlässigkeit der benutzten Batterien treten Störungen infolge verschiedener Gründe ein, insbesondere aber infolge Beeinflussung der Gleichstromrelais durch Streuströme elektrischer Bahnen, die in der Nähe von Dampfbahnen vorbeilaufen. Der Gleichstrom ist bei den Signaleinrichtungen von elektrischen Bahnen, die die Schienen als Rückleitung benutzen, nur schwer verwendbar. Im Wechselstrom bietet das einzige Mittel, um einwandfrei allen Schwierigkeiten zu begegnen, da die mit dieser Stromart arbeitenden Relais gegen Gleichstrom insofern unempfindlich sind, als sie niemals auf ihn ansprechen. Man kann Wechselstrom als Gleisstromquelle sogar, wie weiter unten erläutert wird, bei Wechselstrombahnen, die die Schienen als Rückleitung benutzen, verwenden.

Die Hauptsache beim Gleisstromkreis ist, daß die beiden Schienen eines Gleises gegeneinander isoliert sind. Bahnen, die eiserne Schwellen verwenden, können daher nicht ohne weiteres zum Gleisstromkreis übergehen. Auch die Art der Bettung ist, wenn auch von geringerem Einfluß. Die bei uns allgemein verwendete Kies- und Steinschlagbettung genügt vollständig, vorausgesetzt, daß sie einigermaßen trocken gehalten wird und nicht durch vegetabilische Stoffe oder Salze so durchsetzt ist, daß infolge dauernder Feuchtigkeit ein starker Stromübergang zwischen den Schienen stattfindet. Die Schwellen selbst müssen einen hohen Isolationswert haben und sind möglichst mit Teer und nicht mit Eisenchlorid zu tränken. Allerdings sind die Anlagen derartig eingerichtet, daß ein Stromübergang, wenn er nicht zu einem unmittelbaren Kurzschluß zwischen den Schienen führt, abgesehen von Stromverlusten keine allzugroße Bedeutung für das sichere Arbeiten der Relais hat und ausgeglichen werden kann. Selbstverständlich müssen die Schienen innerhalb der Blockstrecke an den Stößen elektrisch durch Schienenverbinder oder durch Verzinken der Laschen gutleitend verbunden werden.

Abb. 1 zeigt nun das Arbeiten eines solchen Gleisstromkreises einfachster Form bei einer elektrischen Bahn, wobei nur die eine Schiene durch Trennstöße *f* an den Abschnittenden unterbrochen ist, während die andre als Rückleitung für den Bahnstrom dient. Bei Dampfbahnen trennt man gewöhnlich beide Schienen durch Isolierstöße. Der Wechselstrom von 2 bis 10 V Spannung je nach der Streckenlänge fließt vom Gleistransformator *a*, der an die Speiseleitung angeschlossen ist, durch die Fahrschienen zum Blockrelais *b*, das seinen Anker anzieht und so den Antriebstromkreis für ein Signal schließt. Tritt ein Zug in den Abschnitt ein und wird durch die Achsen eines Zuges eine Verbindung zwischen den Schienen hergestellt, so wird der Transformator kurz geschlossen, der Relaisanker fällt ab, unterbricht den Signalstromkreis und das Signal geht auf Halt. Den Widerstand *c*, den sogenannten Dämpfungswiderstand, baut man in die Transformatorenzuleitung ein, um den infolge der Überbrückung durch die Zugachsen entstehenden Kurzschlußstrom herabzumindern und so den Gleistransformator gegen die schädlichen Folgen des Kurzschlusses zu schützen. Hat der Zug den Gleisabschnitt verlassen, so wird der durch die Zugachsen gebildete Nebenschluß aufgehoben, das Relais zieht wiederum an und das Signal geht von neuem auf Fahrt.

Die Freigabe einer Schiene des Gleises für Signalzwecke, also der Verzicht auf die Benutzung der Schiene als Rückleitung für den Bahnstrom, bringt erhebliche Nachteile bei elektrischen Bahnen mit sich. Infolge des gesteigerten Widerstandes und des daraus entstehenden bedeutenden Spannungsabfalls in der als Rückleitung dienenden einen Fahrschiene wird ein Teil des Bahnstroms durch den Nebenschluß, der durch die Niederspannungswicklung des Transformators, die isolierte Fahrschiene und das Blockrelais gebildet ist, fließen. Die Stärke dieses Stromes

[1]) Aus einem im Hamburger Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure gehaltenen Vortrage.

Abb. 2. Gleisabschnitt mit Drosselstößen.

Gleistransformator *b* Signalrelais *c* Dampfwiderstand *d* Drosselstoß *e* neutraler Punkt *f* Isolierstoß *g* Luftspalt.

ngt von dem Widerstand der Wicklungen und der Schiene ab. eser Strom kann unter Umständen eine unerwünschte Vorgnetisierung der Eisenkerne der Apparate herbeiführen, und olgedessen die Induktivität der Primärwicklung des Transmators herabmindern; er bewirkt daher eine erhebliche Steiung des Signalwechselstroms oder aber ein Abfallen der Rels infolge zu geringer Spannung. Die Abdrosselung des Gleichoms durch in die Leitung geschaltete Kondensatoren gelingt ht, weil die Spannung des Signalwechselstroms zu gering ist. n Hilfsmittel besteht darin, daß man den Ohmschen Widernd des Kreises durch einen weiteren Widerstand *d* vergrößert d den Gleichstrom über eine parallel zum Blockrelais geschalte Drosselspule *e*, die für den Gleiswechselstrom undurchlässig ableitet.

Diese Drosselspulen genügen aber bei starkem Zugverkehr ht mehr. Bedenkt man, daß die Fahrschiene auf gleichen Quernitt bezogen, nur etwa $^1/_{12}$ der Leitfähigkeit des Kupfers hat, kann man die soeben beschriebene Anordnung nur dort vernden, wo man den Querschnitt der als Rückleitung dienenden iene durch künstliche Mittel, d. h. durch parallel geschaltete stärkerleitungen, vergrößern oder wo sich in Bahnhöfen der ckstrom auf viele Gleise verteilen kann, eine Vergrößerung Rückleitungsquerschnitts also von selbst ergibt.

Läßt sich die Verstärkung auf diesem Wege nicht erreichen, muß man die sogenannten Drosselstöße, eine Erfindung des erikaners Thullen verwenden, deren Grundlage in Abb. 2 gestellt ist. Beide Schienen werden für die Rückleitung verdet. Die einzelnen Abschnitte sind durch Isolierstöße *f* voneander getrennt, jedoch an den beiden Seiten der Stöße durch osselverbinder *d* verbunden. Diese Drosselverbinder *d* beten aus einem Kern von Eisenblechen, um die Flachkupfer, sen Querschnitt sich nach der Stärke der Bahnrückströme itet, gewickelt ist. Die Wicklungsenden sind an die Fahrienen angeschlossen. Die Wicklungsmitten zweier derartiger osselverbinder sind untereinander am sogenannten neutralen kt *e* verbunden. Der Bahnrückstrom, von den beiden Schien kommend, wird nun, wie links durch einfache Pfeile angeutet, die Spulen durchfließen. Die von jeder Spulenhälfte im enkern erzeugten magnetischen Felder heben sich gegenig auf, da die Spulen vom neutralen Punkt aus gesehen, entgegengesetzten Wicklungssinn haben. Der Eisenkern hat keinen Magnetismus. Für den Signalwechselstrom, der durch

Abb. 3. Drosselverbinder von Siemens & Halske, A.-G.

doppelte Pfeile angedeutet ist, sind jedoch die beiden Spulenhälften hintereinander und nicht im entgegengesetzten Wicklungssinn geschaltet. Er wird einen hohen induktiven Widerstand finden, also je niedriger seine Spannung und je höher seine Periodenzahl ist, in desto geringerem Maße durch diese Spule fließen, er wird abgedrosselt, woraus sich der Name Drosselverbinder herleitet. Der induktive Widerstand des Drosselstoßes, ist zwar viele Male größer als der Ohmsche, z. B. beträgt bei einem Drosselstoß, der für 1500 A Bahnrückstrom in jeder Schiene berechnet ist, der Ohmsche Widerstand 0,00045 Ω gegenüber einem scheinbaren Widerstand von 0,175 Ω bei 50 Per./s, so geht doch ein erheblicher Teil des Blockstroms durch die Drosselstöße, und zwar am meisten durch den Drosselverbinder, der unmittelbar an dem Transformatoranschluß liegt, weil hier der höchste Spannungsunterschied herrscht. Das Relais selbst erhält nur den kleinsten Teil der vom Transformator abgegebenen Energie.

Da die Verluste den Schienenspannungen verhältnisgleich sind, so muß man die Spannung des Gleisstromkreises niedrig wählen, um möglichst geringe Drosselstoßströme, möglichst kleine Stromübergänge von Schiene zu Schiene durch die Bettung und verhältnismäßig geringen Verlust im Dämpfungswiderstand zu erhalten. Infolge der hohen Induktivität der Drosselverbinder tritt im Signalwechselstrom eine bedeutende Phasenverschiebung ein, deren $\cos\varphi$ etwa 0,1 beträgt. Um diese für manche Blockrelais unerwünschte Phasenverschiebung herabzumindern, erhalten die auf der Oststrecke der Berliner Hochbahn eingebauten Drosselstöße außer der üblichen Wicklung eine parallel geschal-

Abb. 4. Einbau von Drosselstößen auf der Hamburger Walddörfer-Bahn.

tete zweite Wicklung mit dazwischen geschaltetem Kondensator. Sind die Induktivität der Spule und die Kapazität des Kondensators richtig abgestimmt, so tritt Stromresonanz ein, d. h. in der äußeren, durch die Schienen gebildeten Zuleitung brauchen keine wattlosen Ströme geführt werden und der in den Schienen zu den Drosselstößen hin fließende Wechselstrom kann geringer sein als jeder der in den parallel geschalteten Stromzweigen fließende Strom. Ob jedoch die Kondensatoren den rauhen Anforderungen des Bahnbetriebes gewachsen sein werden, muß die Erfahrung lehren.

Der ideale Zustand, wo sich die magnetisierenden Wirkungen der beiden Gleichstromwicklungen aufheben, läßt sich natürlich nicht erreichen, da die beiden Fahrschienen infolge mehr oder weniger gut leitender Verbinder an den Schienenstößen niemals ganz gleiche Ströme führen. Um nun trotz dieses unausgeglichenen Zustandes eine übermäßige Sättigung des Eisenkerns, die den induktiven Widerstand des Stoßes verkleinert, zu verhindern, bringt man in dem Eisenkern einen veränderlichen Luftspalt an, *g* in Abb. 2. Man kann auf diese Weise erhebliche Ungleichheiten wett machen, doch darf mit der Breite dieses Luftspalts nicht zu weit gegangen werden, weil die induktive Wirkung des Eisens, die bei geschlossenem Kreise den Höchstwert hat, mit der Breite des Luftspalts sinkt und infolgedessen die Stromaufnahme für Wechselstrom steigt. Schlechte Unterhaltung der Schienenstöße bei elektrischen Bahnen bedeutet also nicht nur Energieverluste an Bahnstrom, sondern auch Einbuße an Wechselstrom in den Drosselstößen infolge nicht ausgeglichener Gleichstrommengen. Werden die Schienenverbinder derartig schlecht, daß die ausgleichende Wirkung der Drosselstöße aufhört, so geht soviel Wechselstrom durch die Drosselstöße, daß das Relais nicht mehr genügend Strom erhält. Die Folge davon

ist, daß das Relais in der abgefallenen Lage verbleibt, obgleich kein Zug sich im Abschnitt befindet.

In Abb. 3 ist ein deutscher Drosselverbinder von Siemens & Halske, A.-G., dargestellt, wie er in Hamburg auf der Walddörferbahn verwendet wird. Den Einbau der Drosselstöße zeigt Abb. 4.

Bei Wechselstrombahnen kann man selbstverständlich auch die Drosselverbinder verwenden. In Anbetracht der verhältnismäßig geringen Stromstärke bei der hohen Fahrdrahtspannung können sie kleiner gehalten werden. Man vereinigt die beiden Kerne und Wicklungen in einem Gehäuse und benutzt das Gehäuse selbst als neutrale Verbindung. Störungen infolge ungleicher Schienenströme treten bei Wechselstrombahnen selten auf, weil erstens die Ströme wie oben erwähnt, verhältnismäßig klein sind und zweitens der Drosselstoß sich selbsttätig ausgleicht. Fließt in der einen Hälfte der Verbindung mehr Strom als in der andern, so erzeugt die Hälfte mit dem stärkeren Strom in der andern eine elektromotorische Kraft, die einen stärkeren Strom durch die schwächere Hälfte zu treiben sucht. Die Drosselstöße sind daher gegen verschieden starke Ströme unempfindlich. In den meisten Fällen wird daher ein Luftspalt im magnetischen Kreis zum Verhüten der magnetischen Sättigung unnötig.

Die bisher dargestellte Anordnung, bei der die Stromquelle an dem einen Ende, das Relais am andern Ende aufgestellt ist, findet jedoch bei langen Blockabschnitten ihre Grenzen; der Spannungsverlust in den Schienen wird zu groß, so daß das am Anfang der Strecke befindliche Relais nicht mehr ansprechen würde. Man setzt daher die Stromquelle in die Mitte und an

Abb. 5. Strecke mit Mittelspeisung.
d Signaltransformator; *a, b, c, f* s. Abb. 2.

jedes Ende ein Relais, die man untereinander verbindet, Abb. 5. Je weiter sich der Zug in dem Blockabschnitt bewegt, wird seine kurzschließende Wirkung auf das Relais b ab- und auf das Relais b_1 zunehmen, so daß mindestens eins von ihnen abgefallen ist. Fließt nun der Signalbetätigungsstrom über die Arbeitskontakte beider Relais, so wird er auf jeden Fall an einem Relais unterbrochen. Das Blocksignal bleibt auf Halt, bis der Zug den Streckenabschnitt geräumt hat. Der durch die zwei Relais entstehende Mehrverbrauch an Energie ist nur scheinbar. Bei Strecken bis zu 600 m arbeitet allerdings ein Relais wirtschaftlicher. Bei größeren Längen steigt der Verbrauch eines Relais so stark an, daß z. B. eine Strecke von 1600 m als endgespeist gar nicht mehr betrieben werden kann, während bei Mittelspeisung nur etwa 350 VA notwendig sind.

Bisher war immer nur von Strecken die Rede, die in einer Fahrtrichtung befahren werden. Man kann natürlich auch die selbsttätigen Signale für eingleisige Strecken benutzen. Ein Beispiel ist in einfachster Weise in Abb. 6 dargestellt. Signal a_1 befindet sich gewöhnlich in Haltstellung, während Signal a_2 in Fahrtstellung steht. Der Antriebstrom für Signal a_1 kann nur fließen, wenn sich Signal a_2 in Haltstellung befindet; das Signal a_2 mit seinem Flügelkontakt b_2 schließt den Stromkreis für Signal a_1 und umgekehrt. Fährt ein Zug in den Abschnitt A ein, so öffnet Relais c_1 seine Kontakte. Der Motorstromkreis des Signals a_2 wird unterbrochen, Signal a_2 geht auf Halt, der Flügelkontakt b_2 schließt sich. Gleichzeitig wird durch den zweiten Kontakt des Relais c_1 der Motorstromkreis d_1 des Signals a_1 geschlossen, das auf Fahrt geht. Dieses unterbricht durch seinen Flügelkontakt b_1 den Motorstromkreis d_2. Nach Einfahren des Zuges in Abschnitt B läßt das Relais c_2 seine Arbeitskontakte los, beide Motorstromkreise d_1 und d_2 sind unterbrochen, wenn auch Relais c_1 wieder anzieht. Fährt von der andern Richtung ein Zug in B ein, so bleibt Signal a_2 auf Halt, weil Relais c_2 losläßt. Hierdurch sind wieder beide Motorstromkreise unterbrochen. Tritt

Abb. 6. Sicherung einer eingleisigen Strecke.

der Zug in den Abschnitt A ein, so bleibt a_2 auf Halt, wenn a… a_1 auf Fahrt geht, was aber ungefährlich ist. Kurz zusamm… gefaßt: Bevor ein Zug auf Fahrtsignal in einen Block einfah… kann, muß das entgegengesetzte Signal auf Halt stehen. … Bedingungen für diese Signalstellungen ändern sich nicht inf… sich berührender oder gebrochener Leitungen.

Doppeltgespeiste Relais.

Wir haben bisher gesehen, daß die Relais ihren Strom a… schließlich aus dem Gleis empfingen. Lange Gleisstromkr… die mit derartigen, den sogenannten einfach gespeis… Relais arbeiten, werden heute wegen ihres unwirtschaftlic… Energieverbrauchs nur noch selten verwendet. Es ist hier … teilhafter, um das genügende Anzugsmoment des Relais zu … zielen, dem Relais zwei getrennte Wicklungen zu geben, die … sondert gespeist werden. Man kann auf diese Weise die Ener… menge verringern, die durch den für Stromzuführung nur w… geeigneten Gleisstromkreis übertragen werden muß. Man … warf daher die doppelt gespeisten Relais mit der sogenan… Hilfswicklung und der vom Gleisstrom durchfloss… Gleiswicklung. Die Hilfswicklung empfängt Strom … einer besonderen Transformatorwicklung mit gewöhnlich 12 V während der Gleisstrom je nach der Länge des Abschnitts … 2 bis 12 V gespeist wird.

Die Anwendung eines derartig doppelt gespeisten Re… stellt Abb. 7 dar. Der Transformator hat zwei Spulen a un… a gibt niedrig gespannten Strom für den Gleisstromkreis … während b den Strom für die Hilfswicklung des Relais und … den Antrieb der Signale liefert. Die Hilfswicklung bleibt, o… die Strecke nun besetzt ist oder nicht, dauernd unter Spann… Die Gleiswicklung wird je nach dem Zustande der Strecke st… los oder erhält Strom. Da das Relais seinen Arbeitskontakt … anzieht, wenn beide Wicklungen stromführend sind, so wird … Relais des Signals c_2 seinen Arbeitskontakt d loslassen, so… seine Gleiswicklung durch die Wagenachsen kurz geschlossen … Der Triebstrom für den Signalmotor e_2 wird daher unterbroc… Erst nach Räumung des Blockabschnitts, wenn beide Wicklu… stromführend sind, wird der Arbeitskontakt wieder geschlo…

Man wird selbstverständlich, wie es bei dem norm… Handblock verlangt wird, auch bei den selbsttätigen Signalen … besondere Einrichtung treffen, um die Signalstellungen unte… ander zu überwachen, so daß bei einem etwaigen Nichtaufhaltg… eines Signals das rückliegende nicht auf Fahrt gehen darf; …

Abb. 7. Endgespeiste Strecke mit doppeltgespeistem Relai…

also stets mindestens durch ein auf Halt liegendes Signal ckt ist. Man führt zu diesem Zwecke den Strom der Hilfslung über einen Flügelkontakt des vorliegenden Signals. wenn dies Signal auf Halt liegt, erfolgt der Anstoß für das is des rückliegenden Signals. Um nun zu vermeiden, daß Relais stromlos wird, wenn durch Auffahrtgehen des vornden Signals der Flügelkontakt den Stromkreis unterbricht, och am Relais ein zweiter Kontakt — der sogenannte Selbstßkontakt — angebracht, der nach dem Anziehen den zum ärts gelegenen Signal führenden Stromkreis kurz schließt der Hilfswicklung unmittelbar Strom zuführt.

Blockrelais.

Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich, ist der wesentte Teil des Gleiskreises das Blockrelais. In der Praxis n alle Wechselstromgleisrelais unter eine der beiden Hauptpen Galvanometerrelais und Drehfeld- oder Mehrphasenrelais. die erste Gruppe wäre die Bezeichnung Dynamometerrelais r, weil sie auf Grund der Wechselwirkung zweier stromflossener Wicklungen aufeinander arbeiten. Die eine feste lung stellt die Hilfswicklung dar und wird von einer bern Stromquelle erregt, während die andre, bewegliche Spule Strom aus dem Gleis erhält. Diese Relais, die sogenannten nfreien Galvanometerrelais, sind in Amerika der Firma Westinghouse noch vielfach verwendet worden; aben jedoch den Nachteil, daß sie verhältnismäßig viel Strom auchen und wenig empfindlich sind. Bei neueren Anlagen man ebenso auch in Deutschland ganz allgemein ein nach Drehfeldanordnung arbeitendes Relais ein, das vor jenen den ug größter Wirtschaftlichkeit und stärksten Anzugdrehents hat.

Dies sogen. Drehfeldrelais besteht aus einem kleinen phasenmotor, dessen eine Wicklung wie beim Galvanometer- von einer Hilfsstromquelle, dessen andre Wicklung vom strom aus gespeist wird. Das Drehmoment wird durch Virkung eines umlaufenden oder sich verändernden Feldes inen Läufer aus nicht magnetischem Metall erzeugt. Für heoretische Höchstleistung dieser Relais ist es notwendig, ler Strom in der Hilfswicklung um 90° gegen den Strom r Gleiswicklung verschoben ist. Man kann das Ziel annd erreichen durch die im Gleisstromkreis erzeugte Phasenhiebung, wobei Hilfswicklung und Gleiswicklung beide von ben Phase der Speiseleitung erregt werden, oder aber man bei Drehstromzuleitung beide Wicklungen aus verschie- Phasen. Die Relais haben zwei getrennte feste Wicklungen m Ständer und einen drehbaren Kupferzylinder als Läufer, urch Zahnradübertragung auf die bewegliche Kontaktbrücke et. Bei dem für die Hamburger Hochbahn von Siemens & e gelieferten Relais ist noch eine Reibkupplung eingebaut, ß der Läufer sich unter Umständen weiter drehen kann, die Kontakte zu beschädigen. Sind nun beide Wicklungen Spannung, so dreht sich der Läufer und schließt die Kon- Sind aber entweder Gleis- oder Hilfswicklung stromlos, rliert der Motor sein Drehmoment, die Kontakte werden das am Kontaktrahmen befindliche Gewicht geöffnet, Abb. 8.

Abb. 8. Drehfeldrelais (offen) von Siemens & Halske, A.-G.

Derartige Relais können natürlich auch bei Wechselstrom- verwendet werden, nur wird in diesem Falle die Forde- gestellt, daß sie nicht auf die Periodenzahl des Bahnelstroms ansprechen. Man benutzt daher für den Signalelstrom eine andre, höhere Periodenzahl, die jedoch aus en Gründen niemals ein ungerades Vielfaches desjenigen ahnwechselstroms sein darf.

Vie anfangs erwähnt, waren die ersten Gleisstromkreise mit strom gespeist. Abgesehen von der Empfindlichkeit der stromrelais gegen abirrende Ströme und der Schwierigkeit, den Gleichstrom als Signalstrom bei elektrischen Bahnen zu verwenden, bietet der Wechselstrom noch die weiteren Vorteile seiner leichteren Übertragbarkeit mit bedeutend höherer Spannung, die Möglichkeit, sich dem verschiedenen Spannungsbedarf durch Transformatoren anzupassen, so daß man es je nach der Länge der Blockstrecke in der Hand hat, um unnötige Verschwendung von Energiemengen zu vermeiden, die Spannung an den Fahrschienen zu verändern. Weiter kann man aus dem gleichen Transformator eine besondere Spannung für die Hilfswicklung

Abb. 9. Gleistransformator der Hamburger Hochbahn.

der Relais sowie für den Antrieb der Signale und für ihre Beleuchtung abgeben, wieder andre Spannungen für die Beleuchtung der später zu erwähnenden Gleistafel liefern.

Man wählt gewöhnlich die Übertragungsspannungen möglichst hoch, um wenig Leitungskupfer aufwenden zu müssen, wenn nicht andre Gründe zu einer Niedrighaltung der Spannung vorliegen. Die Hamburger Hochbahn führt auf der Walddörferbahn ein Speisekabel mit 380 V längs der 12,5 km langen Bahn, das in der Mitte der Strecke getrennt ist und von beiden Enden aus gespeist wird. Durch eine sinnreiche Einrichtung können die beiden Abschnitte beim Versagen der einen Stromquelle zusammengeschaltet werden. Es wird jedoch verhindert, daß durch einen Irrtum des Bedienungspersonals ein Parallelschalten der beiden gewöhnlich nicht mit Synchronismus arbeitenden Werke stattfindet.

Was nun die Periodenzahl des Wechselstroms anlangt, so ist es ziemlich gleichgültig, welche Frequenz man wählt. Allerdings arbeiten Stromkreise mit kleinerer Periodenzahl sparsamer, da der Reaktanzverlust in den Leitungen und den Schienen geringer ist als bei höherer, so daß man auch mit geringerer Spannung an den Gleisen auskommt. Anderseits liefern unsre Kraftwerke allgemein einen Strom von 50 Per./s. Es ist daher unvorteilhaft, eine Periodenumformung vorzunehmen, die den Wirkungsgrad der Anlage herabdrückt.

Einen Gleistransformator, wie ihn die Hamburger Hochbahn verwendet, stellt Abb. 9 dar. Er hat eine Wicklung von 120 V für die Hilfswicklung des Relais und eine zweite Wicklung mit verschiedenen Anzapfungen von 4 bis 12 V für den Gleisstromkreis. Derartige Transformatoren haben natürlich keinen so hohen Wirkungsgrad, wie die für Licht- und Kraftzwecke gebauten, weil die Belastung in weiten Grenzen schwankt. Es kommen jedoch so geringe Leistungen in Frage, daß die geringen Wirkungsgrade keine erhebliche Bedeutung haben. Diese Transformatoren sind in besondern Schränken an den Signalstandorten mit den Relais zusammen untergebracht, wo sie mit ihrer 120 V-Wicklung die Hilfsphase des Relais des vorliegenden Abschnitts und mit ihrer zweiten Niederspannungswicklung den Gleiskreis des rückliegenden Abschnitts speisen.

Die oben gezeigten Blockschaltbilder (Abb. 5 bis 7) lassen den grundsätzlichen Unterschied zwischen der selbsttätigen und der Handblockanlage erkennen. Bei jenem ist die Grundstellung des Signals die Fahrtstellung, während es bei diesem

die Haltstellung ist. Man ist dort von dem Grundsatz ausgegangen, daß die Stellung des Signals lediglich den Zustand der Strecke anzeigen und noch nicht den Fahrbefehl einschließen soll. Zu dieser Zustandsbestimmung ist die selbsttätige Sicherung wie keine andre geeignet, weil sie auch bei jedem Schienenbruch oder bei einem etwa im Abschnitt zurückgebliebenen Wagen infolge Kurzschlusses des Gleisstromkreises und dadurch bedingter Stromlosigkeit des Blockrelais die Haltstellung des Signals erzwingt, also eine verfrühte Freigabe infolge eines Irrtums unmöglich macht. Die Erteilung des Fahrbefehls muß von andrer Seite kommen, wenn man nicht, was ja wohl allmählich der Fall sein wird, aus Ersparnisgründen soweit wie möglich die Bahnsteigbesetzung einschränkt und dem Zugpersonal auf Grund der Fahrtstellung des Signals grundsätzlich die Ermächtigung zur Abfahrt erteilt.

Es ergibt sich aus der Einschränkung bzw. dem Fortfall des Haltestellenpersonals die ungeheure wirtschaftliche Bedeutung der selbsttätigen Signale. Wenn auch ihre Herstellungskosten etwas höher sind als die der handbedienten Signale, so ist leicht

Abb. 10. Stellwerk Barmbeck
(geliefert von der Siemens & Halske A.-G., Blockwerk).

zu berechnen, daß die Verzinsung des aufgewendeten Kapitals und die Stromkosten erheblich geringere jährliche Aufwendungen verlangen, als für Löhne aufzubringen sind.

Die selbsttätige Zugsicherung läßt sich zwanglos in die vorhandenen Blockanlagen einordnen. Vom einfachen Kurvenschutz, wie ihn die Amerikaner haben, von der Gleisbesetzung, wie sie innerhalb der vorhandenen Handblockanlage in Leipzig und an andern Orten ausgeführt ist, ausgehend, kann man beliebig die Haltestellensignale oder auch Zwischensignale zur Verdichtung der Zugfolge selbsttätig ausführen. Vor der selbsttätigen Strecke endigt der vorhandene Block mit einem Endfeld und beginnt dahinter wieder mit einem Anfangfeld. Man ist so in der Lage, schrittweise vom Handblock zur selbsttätigen Anlage vorzugehen. Die Hamburger Hochbahn baute z. B. 1914 vier selbsttätige Signale zwischen Barmbeck und Dehnhaide ein, die in die vorhandene Anlage eingeschaltet wurden und sich glänzend bewährten.

Stellwerke.

Die Selbsttätigkeit der Signale in Stellbezirken fällt natürlich, soweit Weichen befahren werden bzw. feindliche Fahrstraßen in Frage kommen, fort. Die Signale für jede Zugfahrt müssen besonders auf Fahrt gestellt werden, während sie wie allgemein üblich, selbsttätig nach erfolgter Zugfahrt auf Halt fallen. Man ist jedoch in der Lage, für gewisse durchlaufende Fahrten die Fahrstraßen für beliebige Zeit dauernd einzustellen, festzulegen und durch den sogenannten „Umleithebel" zu sichern, so daß die zugehörigen Signale selbsttätig auf Fahrt oder Halt gehen, d. h. daß die Signale für diese Zeit als selbsttätig anzusehen sind. Man kann jederzeit durch Rücknahme des Umleithebels jede andre beliebige Fahrt einstellen.

Es war ein äußerst glücklicher Gedanke, die Vorteile Gleisströme wie auf der freien Strecke auch in Stellbezirke verwenden, wo sie ebenso wie dort die Blocksicherung erse Man muß sich vor Augen halten, daß im Grunde genommen was durch die Wirkung der Blockfelder und Schienenkon erzielt wird, also alle Kontaktschlüsse, Verriegelungen usw. nau so gut durch die Gleisströme und die von diesen gesteu Relais in erhöhtem Maße erreicht werden kann. Von di Gesichtspunkt ausgehend kann man sagen, daß ein sogena halbselbsttätiges Stellwerk, was Fahrstraßenfestlegung und wachung, Signaleinstellung usw. anbelangt, genau so gesch ist, wie ein andres, dessen Signale unter Blockverschluß st nur daß an Stelle der Blockfelder und Schienenkontakte Relais getreten sind. Ein besonderer Vorteil der Relais ist der, daß man auch Weichenabschnitte durch sie überwachen wodurch Zeitverschlüsse, Fühlschienen fortfallen. In jedem bezirk sind Wechselstromrelais für die einzelnen Gleisabsch und für die Weichen vorhanden, wobei man aus Ersparnisgri mehrere zusammenliegende Weichen zusammenfassen kann. durch den Fortfall der Blockbedienung erzielte Arbeitersp für den Weichensteller ist bedeutend, so daß, wenn nich sondere Leistungen (z. B. Leitung des Zugverkehrs) vor Weichenstellern verlangt werden, ein einzelner Weichens leicht ein Stellwerk bedienen kann, zu dessen Bedienung f zwei oder mehr Angestellte notwendig waren.

Wie bei allen bisher gebauten Stellwerken kann ein mal eingestellte Fahrstraße nur nach Lösung eines Bl schlusses durch eine besondere Notauflösung zurückgeno werden. Eine Ausnahme bilden die Fahrstraßen, die durc Umleithebel zeitweise festgelegt werden können. Diese sin lange sich kein Zug dem Stellwerk nähert, jederzeit zurück

Abb. 11. Fahrschautafel
des Stellwerks Barmbeck—Hamburg.

bar. Sie sind jedoch mit der sogenannten Anrücksperre ver die auf den Fahrstraßenhebel wirkt, wenn ein Zug sich i vor dem zugehörigen Signal liegenden Streckenabschnitt be Man hat diesen Verschluß deshalb eingeführt, damit der We steller nicht in der Lage ist, eine Fahrstraße zurückzun wenn der sich nähernde Zug bereits mit seiner Spitze das überfahren hat und die Gefahr besteht, daß eine Weiche dem Zuge umgestellt werden würde.

Als Muster eines derartigen halbselbsttätigen Stellwe in Abb. 10 das von Siemens & Halske, A.-G., gelieferte werk Barmbeck der Hamburger Hochbahn mit 41 Fahrs 26 Weichen und 16 Signalen dargestellt. Dahinter befind die Relaisschränke, über ihm die nachstehend erwähnte

Gleistafel.

Eine besondere Einrichtung der halbselbsttätigen Stel bildet die Gleis- oder Fahrschautafel, Abb. 11. Mit Hi Fahrstraßen-, Streckenabschnitt- und Weichenrelais ist der Lage, den Weichensteller über den Zustand der betre Abschnitte zu unterrichten und ihm anzuzeigen, ob d schnitt besetzt oder frei ist. Man stellt auf einer Tafel die anlage dar. Die Gleise sind ausgespart, hinter diesen sparungen sitzen Glasscheiben, die von hinten durch Glüh beleuchtet werden. Besondere Kontakte an den Relais s Glühlampen ein, die diese Glasscheiben beleuchten. Be gezogenen Relais ist der Lampenkreis eingeschaltet. Abschnitt dunkel, so ist er besetzt, erscheint er hell, so frei. Ebenso kann man auch die Signale durch rote und Lichter andeuten; die Zahl der grünen Lampen entspr Zahl der Signalflügel. Der Weichensteller hat es nu

nötig, nach den Gleisen, nach den Weichen, nach den len zu sehen, er hat das einwandfreie Bild stets vor Augen. kann daher das Stellwerk an beliebiger Stelle errichten, man gar so weit gegangen, bei Tunnelbahnen ein Stellwerk an berfläche zu setzen.

Die Glühlampen für jeden Abschnitt sind in ein besonderes eingeschlossen, das gegen die Vorderwand lichtdicht anckt wird; man vermeidet hierdurch, daß Strahlen in einen arabschnitt fallen und so Anlaß zu Irrtümern geben können. Glühlämpchen ist mit einem besonderen Stecker versehen inzeln auswechselbar. Die einzelne Lampe ist für 12 V bet. Die Lampen für die Abschnitte sind parallel geschaltet, r Signale hintereinander, so daß bei einem zweiflügeligen zwei, bei einem dreiflügeligen drei Lampen hintereinander en. Der für die Stellwerkrelais und die Gleistafel bestimmte erktransformator gibt daher 12, 24 und 36 V ab.

Man könnte sich ausmalen, daß an einer besondern Belle eine große Fahrschautafel angebracht ist, die den Begszustand eines ganzen Netzes darstellt[1]). Der Angestellte Befehlstelle kann sofort auf den ersten Blick erkennen, erspätungen vorkommen, wo sich also Zughäufungen, wo roße Zugabstände ergeben. Er ist dann in der Lage, sofort tellen mit Abstellgleisen Befehle über das Einsetzen oder snehmen von Zügen zu erteilen, so daß die Verspätungen wieder ausgeglichen werden. Er kann das früher er-, als es die betreffende Haltestelle selbst wahrnimmt. Doch ine solche Anlage bei uns wahrscheinlich an den hohen Leiosten scheitern.

Schlußfolgerungen.

us dem Vorhergehenden ergibt sich, welche Vorzüge in cher und in Rücksicht auf den Personalbedarf auch in aftlicher Beziehung die selbsttätige Zugsicherung bietet. len noch ganz kurz die Vorteile erläutert werden, die eine Anlage in bezug auf die Zugfolge als solche aufweist.

s ergibt sich, daß menschliche Fehler, wie mangelnde gegenwart, Trägheit usw. ausscheiden, und daß Irrtümer, wußt oder unbewußt im Zugsicherheitsdienst gemacht , keinen Einfluß auf die Zugfolge haben. Das ist ein , der nicht nur beim städtischen Schnellverkehr, sondern ei Überland- und selbst bei den Fernbahnen von großer ung ist. Denn wieviel Kraft geht unnütz verloren, wenn g durch verspätetes Stellen eines Signals zum Halten und anfahren gezwungen wird. Bei Schnellbahnen mit dichter ge, wo mit Sekunden gerechnet werden muß, bringt jedoch ein verspätetes Stellen eines Signals oft den ganzen Fahrplan in Unordnung. Die dadurch entstehende Unregelmäßigkeit im Zugverkehr führt nicht nur Unannehmlichkeiten für die Fahrgäste mit sich, die nicht pünktlich an ihrem Ziel ankommen, es wird dadurch auch eine größere Zug- und Personalzahl notwendig, weil für die am Endpunkt verspätet eintreffenden Züge Ersatz bereitgehalten und eingesetzt werden muß. Hierdurch wird die Leistungsfähigkeit einer Bahn bedeutend herabgesetzt. Diese über den üblichen Bedarf eingesetzte Zugzahl erhöht bei elektrischen Bahnen den normalen Stromverbrauch und kann zu einer Spitzenlast im Kraftwerk führen, die wiederum auf die Wirtschaftlichkeit der Stromversorgungsanlage rückwirkt.

Mit Säumigkeit bei der Bedienung des Handblocks muß immer gerechnet werden. Diese braucht auch nicht immer auf Lässigkeit oder bösen Willen zurückgeführt zu werden. Es können Fälle vorkommen, wo das Blockpersonal, besonders wenn es mit der Abfertigung der Züge betraut ist, von der rechtzeitigen Blockbedienung abgehalten wird. Die Folge ist, daß das rückliegende Signal zu spät freigegeben wird, wodurch die Zugfolge beeinflußt wird. Die Blockwärter werden leicht dahin gebracht, die Blockbedienungen bei Haltestellen mit Mittelbahnsteigen sich ansammeln zu lassen und sie hintereinander vorzunehmen, um das mehrfache Betreten des Blockraumes zu vermeiden. Bei der selbsttätigen Zugsicherung werden keine Blockbedienungen vergessen. Sowie der Zug einen Streckenabschnitt geräumt hat, geht das diesen Abschnitt deckende Signal auf Fahrt, so daß der nächste Zug folgen kann. Jeder Bedienungsverzug fällt fort. Einer der Störungsfaktoren scheidet aus, es bleibt nur noch der unvermeidliche Faktor des verzögerten Abfahrens eines Zuges nach erfolgtem Auffahrtgehen eines Signales übrig. Dieser Faktor hat jedoch mit der Signalart als solcher nichts zu tun und setzt sich aus mehreren, zum Teil voneinander abhängigen Komponenten zusammen, deren Analyse nicht hierher gehört.

Es ist versucht worden, eine einfache Darstellung der selbsttätigen Signalanlagen und ihrer Überlegenheit in wirtschaftlicher Beziehung gegenüber andern Zugsicherungen zu geben. Die Schilderung konnte nicht erschöpfend sein und läßt noch viele Einzelheiten offen, die jedoch nur Sonderinteressen berühren. Die kurze Schilderung hatte den Zweck, klarzulegen, daß auch an uns in Deutschland trotz unsrer wirtschaftlich schlechten Lage oder gerade deshalb die Frage herantritt, ob in der selbsttätigen Zugsicherung für unsre Eisenbahnen nicht ein Baustein zur Gesundung der Finanzverhältnisse der Bahnen liegt. Die Anlagen verschlingen wohl etwas mehr Kapital, die Wirtschaftlichkeit ist jedoch gesichert, da nirgends Teile vorhanden sind, die einem nennenswerten Verschleiß ausgesetzt sind, und da eine große Zahl von Beamten gespart wird. [B 542]

[1]) Derartige Befehlstellen sind schon vor geraumer Zeit in Amerika eingerichtet worden.

RUNDSCHAU.

Die Versuche mit der Dabeg-Lokomotivpumpe mit Abdampfeinspritzvorwärmer.

Im nachfolgenden soll kurz über eine ganz besonders eingehend durchgeführte Versuchsreihe berichtet werden, die im April und Mai auf der Strecke Wien-Gloggnitz der jetzt im Bundesbahnbetrieb stehenden Donau-Save-Adria-Eisenbahngesellschaft (ehemals Südbahn) an einer neuen, mit Dabeg-Lokomotivfahrpumpe[1]) ausgerüsteten 2 D-Vierling-Heißdampflokomotive Reihe 113 vorgenommen wurden. Für die Versuche wurde der fahrplanmäßige Tagesschnellzug herangezogen, dessen Bruttogewicht jeweils durch Anhängen von Wagen auf das gewünschte Maß gesteigert wurde.

Die Ergebnisse, die bei den Versuchsfahrten mit und ohne Dabeg-Pumpe gewonnen wurden, sind aus der Abb. 1 zu entnehmen. Der genauen Auswertung wurden die Ergebnisse von dreizehn verschiedenen Fahrten unterworfen. Die Zugbelastung bei den mit eingeschalteter Anlage vorgenommenen Fahrten schwankte zwischen 444 und ..., während die zu Vergleichzwecken ohne diese Anlage durchgeführten Fahrten, bei denen der Kessel mit dem normalen Frischdampfstrahl gespeist wurde, Belastungen von 452 bis 547 t aufwiesen.

Die Versuchsfahrten wurden unter Zuhilfenahme eines Meßwagens durchgeführt und in bekannter Weise Zugkraftmessungen sowie Indizierungen vorgenommen. Aus den gewonnenen Meßergebnissen wurde ... der Belastung und Fahrzeit entsprechende, mittlere effektive ... in PS berechnet und durch Vergleich der Arbeit am Zughaken ... Kohlenverbrauch der Kohlenverbrauch für 1 PSh erhalten, ... die gewonnenen Zahlen auf Kohle von 4400 kcal/kg umgerechnet.

Die so gewonnenen Ergebnisse wurden zeichnerisch festgelegt und ... Diagramm sodann die mittlere Kohlenersparnis, die den Einfluß der Dabeg-Anlage auf die Wärmewirtschaft der gesamten Lokomotive ermittelt. Die beiden Kurven lassen eine beträchtliche Verringe-

[1]) Z. d. V. d. I. Z. Bd. 68 (1924) S. 226.

Abb. 1. Kohlenersparnis, berechnet aus den Flächen *aefd* und *abcd*, 27. VII.

rung des Kohlenverbrauches erkennen. Sie zeigen ferner, daß durch die Verwendung der Dabeg-Anlage die Ausnutzungsmöglichkeit der Lokomotiven wesentlich verbessert wird. Bei der Fahrt ohne Dabeg-Pumpe arbeitet die Lokomotive bei ungefähr 1000 PS mittlerer Leistung am günstigsten, d. h. sie weist bei dieser Leistung den geringsten Kohlenverbrauch von rd. 2,45 kg/PSh auf. Bei der Fahrt mit dieser Pumpe hingegen beträgt der günstigste Kohlenverbrauch nur 1,8 kg/PSh, und dieses günstige Ergebnis tritt bei einer Leistung der Lokomotive von rd. 1060 PS auf. Die mittlere Kohlenersparnis, die sich aus den gesamten Vergleichsfahrten ergibt, beträgt 27 vH.

Kurz dargestellt sind die in wärmetechnischer Beziehung durch die Verwendung der Dabeg-Pumpe erzielten Vorteile die nachfolgenden, wobei die sonstigen Vorteile wie Wasserersparnis, weitgehende Enthärtung und Entlüftung des Speisewassers usw. gänzlich außer Betracht bleiben sollen:

1. Kohlenersparnis bis zu rd. 27 vH oder bei gleichem Kohl wand erhöhte Kesselleistung.

2. Durch die Steigerung der Dampferzeugung des Kessels i möglich, die Höchstleistung der Lokomotive überhaupt zu steigern auf diese Weise mit derselben Lokomotive eine größere nutzbare zu leisten.

3. Durch die ununterbrochene Speisung mit heißem Wasser sich auch eine Erhöhung des Kesselwirkungsgrades und damit schon oben angeführt, eine bedeutend bessere wärmewirtschaftliche nutzung der ganzen Kesselanlage.

4. Ständig reine Kesselheizflächen, weil die Härtebildner nich sonst in Form von Kesselstein, sondern bloß in Form eines loc Schlammes abgeschieden werden. [M

Wien. Dr.-Ing. Ehrenfest-Egg

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthr Abteilung Sortiment, bezogen werden. Es empfiehlt sich, bei der Bestellung stets den Verleger anzugeben.

Die Dampflokomotive in entwicklungsgeschichtlicher Darstellung ihres Gesamtaufbaues. Von J. Jahn. Berlin 1924, Julius Springer. 356 S. m. 332 Abb. Preis Gm. 18.

Mit dieser Entwicklungsgeschichte der Dampflokomotive von der Rocket bis zur heutigen Zeit hat der Verfasser eine mühsame und schwierige Arbeit geleistet, die weitgehende Anerkennung verdient, um so mehr, als ein deutsches Werk dieser Art bisher noch nicht geschrieben worden ist.

Das Buch ist in der gegenwärtigen Zeit der sich überstürzenden Umwälzungen auf dem Gebiet des Lokomotivbaues notwendig für diejenigen Fachgenossen, die gründliche Beherrschung des Vergangenen und Eindringen in die Gedankenwelt ihrer Vorgänger als fruchtbaren Boden für jeden gesunden Fortschritt betrachten. Wer die Beschäftigung mit historischen Dingen für zwecklose Liebhaberei hält, wird durch das Buch eine Belehrung darüber erhalten, daß dem Wissen die Erfahrung vorausgeht.

Am Entstehen großer Taten haben die Erfahrungen einiger Generationen ihren Anteil, und Jahn ist die Schilderung des Fortschrittes auf dem Gebiet des Lokomotivbaues auf Grund der Erfahrungen glänzend gelungen. Das Buch gibt in scharfer Fassung und in möglichster Kürze einen vollständigen Überblick über die Entwicklung der Dampflokomotive von der ungekuppelten Lokomotive Stephensons bis zur vielfach gekuppelten Lokomotive der Neuzeit. Der Stoff wurde entgegen der meist gebräuchlichen Art nicht nach der Gattungsart, Güterzug-, Personenzug-, Schnellzuglokomotiven, sondern nach der Kupplungsart eingeteilt. Hierdurch ist das Zurechtfinden auch ohne Inhaltsverzeichnis ungemein erleichtert.

Die entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhänge der drei verschiedenen Gattungsarten in sich sind trotzdem leicht zu verfolgen, da die wesentlichen Konstruktionseigentümlichkeiten in jedem Abschnitt gut herausgearbeitet sind. Auf die zusammenhängende Darstellung ganzer Lokomotivepochen muß im Rahmen einer derartigen Übersicht der Grundzüge verzichtet werden.

Bedauerlicherweise schneidet die 3/3-Lokomotive für die Geislinger Steige (nicht Stiege) S. 212 in der Kritik zu schlecht ab. Angesichts der ersten Bergstrecke in dieser Ausdehnung war diese Lokomotive eine Tat, der gegenüber die Mängel, die übrigens kleiner als geschildert waren, verschwinden. In der Entwicklung des Rahmenbaues wird eine stärkere Betonung der deutschen Bestrebungen, insbesondere Keßlers, vermißt, die englischen Außenrahmen und die Innenzylinder durch Innenrahmen und wagrechte Außenzylinder zu ersetzen, denn darin liegt der Keim zur deutschen Lokomotivform. Ein noch besseres Beispiel hierfür als die 3/3-Albmaschine, die im Entwurf mit wagerechten Zylindern versehen war, hätte die erste deutsche 3/3-Lokomotive, die badische Gattung VI, gebaut 1845 von Keßler, geboten.

Unter den deutschen Schlußtypen des Buches fehlt leider die 1 F der württ. St.-B. als Beispiel der Grenzleistung für Heizerleistung und Zughakenstärke, bei höchstmöglicher Fahrgeschwindigkeit für Güterzüge und als Wiedergabe einer durchaus ästhetisch befriedigenden Form. In letzterer Beziehung enthält das Buch eine reiche Auswahl an Formen aus allen Lokomotivepochen, die deutlich genug beweisen, daß sich der Begriff „Aesthetik“ nicht in Gesetze zwingen läßt, da er das Wesen einer rein persönlichen Schöpfungskraft bestimmt.

Die Abbildungen sind mit großer Sorgfalt ausgewählt und einheitlich nach den Quellen umgezeichnet. Für eine Übersicht über die Bauarten ist dieses Verfahren gut. Für die Wirkung der Form sind gute photographische Wiedergaben, wenn auch nur vereinzelt, besser. Ganz besonders ist die Quellenangabe unter den Abbildungen grüßen, die dem Lokomotivhistoriker wertvoll sein wird.

Die Sprache ist weder lehrhaft noch einseitig fachtechnisch dern frisch und klar. Das Lesen des Buches wird dem Fachmann allen Lokomotivfreunden aus Laienkreisen viel Freude bereiten.

[E 637[Dr.-Ing. Max Mayer, Eßlingen

Lokomotiven, Wagen und Bergbahnen. Geschichtliche Entwicklu der Maschinenfabrik Eßlingen seit dem Jahre 1846. Von Dr.-Ing. Mayer. Berlin 1924, VDI-Verlag. 245 S. m. 240 Abb. und 16 T

Wir haben hier einen Beitrag zur Geschichte der Technik, d einen kleinen Ausschnitt geben will. Der Verfasser beschränk von vornherein auf ein abgegrenztes Gebiet: auf die von der Masch fabrik Eßlingen hergestellten Lokomotiven, Wagen und Bergb Natürlich ist es schwer, unter diesen Umständen etwas hervorzubr das allgemeines Interesse beanspruchen darf, und noch schwieri es für den Verfasser, rein sachlich zu bleiben. Wenn der Ve sich auch einiger Bemerkungen „über die Beliebtheit der Eßlinger motivbauart“ nicht enthalten kann, so sind doch im allgemeinen Ausführungen objektiv und dürften geeignet sein, das Interes beteiligten Kreise hervorzurufen. Da das Werk außerordentlich viel heiten bringt, so wird insbesondere der Sonderfachmann es mit Erfolg

Die Geschichte des Eßlinger Lokomotivbaues ist gleichzeitig nur die Geschichte der württembergischen Lokomotive, sonder deutschen und der Dampflokomotive überhaupt; denn „wir wisse heute die Lokomotivtypen aller Länder, von einigen amerikan Abnormitäten abgesehen, in ihrem Aufbau und ihren Leistunge vollkommen gleich sind“.

Der Stoff ist übersichtlich angeordnet. In der Einleitung wi Stand des württembergischen Lokomotivbaues um 1840 behande der starke Einfluß amerikanischer und englischer Bauweisen a Gestaltung der deutschen Maschinen nachgewiesen. Die erst 8. Oktober 1847 von Eßlingen abgelieferte Lokomotive wird beschr und auf ihre Verwandtschaft mit den früheren auswärtigen und s eigenen Bauarten hingewiesen. Immer ist der Verfasser bemüh inneren Zusammenhänge klarzustellen, und der Leser kann so sehen, wie die verschiedenen technischen Fragen, die nach un auftauchten, sich in immer neuen Bauformen verkörperten. So die ersten Maschinen mit unveränderlicher Füllung gezeigt, Lo tiven mit künstlich durchgeführter, später als durchaus verfeh kannter Niedriglegung des Kessels und damit niedrigem Schwe des Ganzen usw. In sehr ausführlicher Weise wird die Entwi bis zu jenem Punkte verfolgt, wo man darangeht, Sonderba für die verschiedenen Zwecke hervorzubringen. Diese geben der fasser dann Veranlassung zur Einteilung seiner weiteren Kapi Güterzuglokomotiven, Personenzuglokomotiven, Schnellzuglokom Kleinbahn- und Verschiebelokomotiven, Motorwagen, Zahnradlo tiven, Seilbahnen und das Schlußkapitel: Wagenbau.

Bei allen Ausführungen werden immer die bemerkens Züge der Entwicklung hervorgehoben; der Ausbildung der Ste der Federung, des Kessels und der gerade für württembergisch hältnisse besonders wichtigen Kurvenbeweglichkeit wird besonde merksamkeit gewidmet. Die Leistungen der einzelnen Bauarten in Tafeln und Schaubildern gezeigt. Die Darstellung ist so a lich, daß man die Hauptabmessungen und die Baueigentümlic eines jeden einzelnen Erzeugnisses der Maschinenfabrik Eßlinge feststellen kann. Die Bilder und Zeichnungen, die meist i ursprünglichen Gestalt wiedergegeben werden, tragen sehr v Vertiefung des Verständnisses bei. [E 661] Dr. Geis

Schluß des Textteiles.

Heft 38 erscheint als Fachheft II für Eisenbahnwesen mit Beiträgen über Großgüterwag Verschiebewesen, Gleisbremse, Oberbau, Kondensationslokomotiven, Versuchsfahrten mit Turb lokomotiven, Anstrich von Eisenbauwerken u. a.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

NR. 38 SONNABEND, 20. SEPTEMBER 1924 BD. 68

Eisenbahnwesen II.

INHALT:

Die Einführung der Großgüterwagen.

Von Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Flügel, München.

Es werden die Bedingungen für die Einführung der Großgüterwagen sowohl für den Pendel- als vor allem auch für den freizügigen Verkehr hinsichtlich Wagengestaltung, Raddruck, Ladegewicht, Brücken- und Oberbaubelastung erörtert. Vorschläge für weitere Großgüterwagentypen, darunter auch einen gedeckten mit Selbstentladung. Die Frage der selbsttätigen Kupplung. Lade- und Entladeanlagen, insbesondere die Bunkeranlagen in Freiladehöfen für den freizügigen Verkehr werden besprochen und deren Wirtschaftlichkeit wird nachgewiesen.

Das Reichsverkehrsministerium hat die Frage der Einführung der Großgüterwagen seit 1921 tatkräftig in die Hand genommen, nachdem vorher jahrzehntelang von möglichen Seiten Anregungen, allerdings oft auf ungeden Grundlagen fußend, dazu ergangen waren [1]).

Der Inhalt dieser Bestrebungen ist kurz folgender: Eine haftlichere Gestaltung des Massengüterverkehrs erscheint ch und heute, wo z. B. die Amerikaner durch weit billigere tarife unsere Konkurrenzfähigkeit auf dem Weltmarkte be-htigen, geradezu notwendig. Dieses Ziel kann nur er- werden

1. durch Steigerung des Wagenladegewichtes von jetzt 15 und 20 t auf 50 bis 60 t und damit des Zuggewichtes auf ungefähr das Doppelte unter Erhöhung des Raddruckes,
2. durch Beschleunigung des Wagenumlaufes allgemein, insbesondere aber durch Pendelzüge und
3. durch die Verbilligung der Entladekosten mit Hilfe der fast kostenlosen selbsttätigen Flachbodenentladung.

Der Grund, warum den früheren Bestrebungen kein Erfolg beschieden war, ist der, daß sie nur einzelne dieser Verbesserungen anstrebten; aber ohne die Verbindung aller dieser Punkte ist eine die Aufwendungen aufwiegende, durchgreifende Besserung nicht zu erzielen.

Von den zunächst ausgeführten 180 Großgüterwagen haben die Bauarten Talbot, Aachen, und der Waggonfabrik Uerdingen selbsttätige Entladung, erstere mit unter 45° geneigtem Sattel und Drehgestellen, letztere mit gebrochenem Sattel unter 45° und 60° Neigung und freien Lenkachsen, Abb. 1 bis 4.

Bei den Großgüterwagen, die auch freizügig verwendet werden können, kurz Flachbodenselbstentlader genannt, werden auch 2 Hauptgruppen unterschieden. Bei der einen müssen die Bodenklappen vor der Beladung aufgeklappt werden, wenn die Wagen als Selbstentlader benützt werden sollen. Nach dieser Bauart sind die Wagen der Waggonfabriken Uerdingen, Steinfurt in Königsberg und der Oberschlesischen Eisenbahnbedarfs-A.-G. in Gleiwitz gebaut. Bei der andern Hauptgruppe bildet sich der Sattel von selbst erst im Moment der Selbstentladung. Es sind dies die Bauarten von Fried. Krupp A.-G., Abt. Lowa, der Linke-Hofmann-Lauchhammer-Werke, Breslau,

Abb. 1 bis 4. Uerdinger Sattelwagen.

[1]) Vergl. „Die Massengüter und ihre ...rung in Deutschland und im ...“ von Buschbaum in Glasers ... Bd. 76 (1915) S. 205; „An... zur Erhöhung der Leistungs... der deutschen Eisenbahnen ... allgemeine Verwendung von ...tladewagen für Seitenentlee... Beförderung von Massen-...“ von Scheibner, Glasers An... Bd. 76 (1915) S. 224 u. f.; „Der ... und die künftige Gestaltung ...senbahnwesens“ von Busch... „Glückauf“ 56. Jhrg. (1920) S. 129 ... „Die wirtschaftlichen Eigen... der Großgüterwagen“ von ... Org. f. F. d. E. (1921), Nr. 15/16; ... Abhandlungen von Lauben... „Die Organisation des Groß...verkehrs unter Verwendung ...terwagen hoher Tragfähigkeit ...bstentladevorrichtung“ „Glück... Jhrg. (1921), „Großgüterwagen ...senverkehr“ Z. Bd. 65 (1922) ... „Großgüterwagen“ O. f. F. d. E.

Zahlentafel 1. Steigerungsmöglichkeit der Zugnutzlasten durch Einführung der Großgüterwagen

Zugzusammensetzung	Wagenlänge m	Wagen-Gewicht t	Leerzuggewicht ohne Pg. und Lok. t	Zuglänge ohne Pg. und Lok. m	Nutzlast eines Zuges t	Nutzl. beträgt n=mal soviel gegenüber 20 t-Wagenzug n	Eigengewicht Nutzlast vH	Gesamt-Zuggewicht ohne Pg. und Lok. t	t/m
20 t-Wagen									
57 Wagen: 27 Wagen mit Luftleitung	9,1	9	243	427,7					
20 „ mit Luftbremse	9,1	10	200 } 553	} 526	1140	1,00	48,5	1693	3,2-3,5
10 „ mit Bremshaus und Bremse	9,8	11	110	98,0					
Großgüterwagen									
41 freizügige Krupp-Großgüterwagen	12,00	24	1056	528	50 t Ldg. 2200	1,93	48,0	3256	6,2
					60 „ 2640	2,32	40,0	3696	7,0
54 Pendel-Großgüterwagen	9,8	18	972	529	50 „ 2700	2,37	36,0	3672	6,9
					60 „ 3240	2,84	30,0	4212	8,0
					65 „ 3510	3,08	27,7*)	4482	8,5

*) Auf der Great-Northern-Railway in Nordamerika verkehren 75 t-Pendelgroßgüterwagen mit Selbstentladung und folgenden Abmessung…
7,3 m Länge, 3,1 m Breite, 18 t Eigengewicht, Eigengewicht: Nutzlast = 24 vH.

und der Firma Orenstein & Koppel A.-G., Berlin. Als Vertreter der ersten Gruppe ist der Uerdinger in Abb. 5 bis 7, als solcher der zweiten der Kruppwagen in 8 bis 12 wiedergegeben.

1. Großgüterwagen in festen Verkehrsbeziehungen.

Die Einführung der Großgüterwagen ist zunächst nur für den Massengüterverkehr geplant. Als Vorteile sind anzuführen: größte Beschleunigung des Transportes, trotz 50 vH Leerlauf drei- bis fünfmal soviel Nutzkilometer wie bei gewöhnlichen Wagen, Entlastung der Verschiebebahnhöfe, da solche nicht mehr berührt werden. Hinsichtlich der Transportgefäße sind leichtes Gewicht, geringe Länge und große Tragfähigkeit angestrebt. Das Endziel ist der 60 t-Selbstentlader mit nur 18 bis 19 t Eigengewicht bei 9,8 m Länge, der also nicht schwerer ist als der jetzige 20 t-Wagen mit Bremshaus. Das Verhältnis Totlast zu Nutzlast beträgt 30 bis 32 vH, ungefähr wie bei den 109 t-Wagen der amerikanischen Virginiabahn mit 32,5 vH. Der Wageninhalt beträgt rd 64 m³ bei 4 m Höhe der Oberkante, das Gewicht auf 1 m gemäß Lastenzug E bzw. N rd. 8 t/m bei 9,8 t Raddruck[1]). Die Wagen erhalten Lenkachsen ohne Quer- und nur mit Längsausgleich. Wie sich die Zugnutzlasten steigern lassen, geht aus Tafel 1 hervor. Da E- und N-Strecken auf der deutschen Reichsbahn einstweilen nur in geringer Zahl vorhanden sind, kann dieser Selbstentlader vorläufig noch nicht in Verkehr gestellt werden. Unterdessen wird der Massenpendelverkehr sich mit einer längeren Großgüterwagen-Bauart abwickeln, der 50 t Ladegewicht, 12 m Länge, 6,2 t/m und nur etwas über 9 t Raddruck aufweist. Diesen Beanspruchungen genügen alle neueren Brücken und der Oberbau sämtlicher Hauptstrecken des deutschen Reiches. Diese längeren Wagen bilden die Grundmodelle für den freizügigen Großgüterwagen, ihr einstweiliger Lauf in Pendelzügen ergibt die Möglichkeit, sie auf die Zweckmäßigkeit ihrer Konstruktionsanordnungen zu prüfen.

[1]) s. Z. Bd. 66 (1922) S. 891.

2. Freizügige Großgüterwagen.

An einen freizügigen Großgüterwagen müssen fo… Bedingungen gestellt werden:

a) Art der Selbstentladevorrichtung.

Die Selbstentladevorrichtung muß so sein, daß der … an der Zielstation beliebig von Hand oder durch Selbstent… entleert werden kann. Dies ist nur möglich, wenn der … eben bleibt und sich der Sattel erst im Augenblick der … entladung bildet, weil sonst auf den schrägen Flächen wi… Uerdinger Wagen in Abb. 5 bis 7, niemand stehen kann u… Herausschaufeln des auf der der Ladestraße abgelegenen … seite in den Seitentaschen ruhenden Ladegutes praktis… möglich ist. Die einzige Bauart, die diese Bedingung erf… die des Kruppwagens, Abb. 8 bis 12, die außerdem den … des vollständigen Abschlusses der Gelenkteile vom L… voraus hat. Bei der andern Konstruktion muß der Sattel … bei der Beladung durch Aufklappen des Bodens gebildet w… Da aber an den Ladestellen nicht bekannt ist, ob der Emp… ein Pfeilergleis besitzt oder nicht, wird es Schwieri… geben, die einem Beliebtwerden des Großgüterwagens … Handelswelt sehr im Wege stehen.

Gegenüber dem Wagen der Orenstein & Koppel A.-… einen vierteiligen Boden aufweist, hat der Kruppwag… einen zweiteiligen. Beide gestatten ein Öffnen der Klap… nur einer Seite und Entladung bis zu ¾ bzw. ¼ des … In dieser Hinsicht wäre der Kruppwagen noch zu verb… Weitere Vorteile des Kruppwagens dagegen sind: Aussch… der ganzen Seitenwände, weil dadurch die vollständige En… auch der gerne Brücken bildenden Koks gewährleistet is… Klappenauslösvorrichtung gestattet, beliebig von jeder Se… weder zuerst die eine oder die andre oder die beiderseitigen

Abb. 5 …
Der Uer…
50 t-W…

ıen gleichzeitig zu öffnen, außerdem kann ihre Bedienung inem Längskanal zwischen den Schienen aus erfolgen.

Die selbsttätige Sattelbildung erst im Moment der Ent-g ist möglicherweise auch für die unter 1. aufgeführten elselbstentlader zweckmäßig, weil bei strenger Kälte die gefrorenen Ladungen hierbei trotzdem aufgebrochen und ändig entladen werden, während bei Versuchen die kleinen d 20 t-Wagen selbst auf den Kippern und auch die Groß-wagen mit festem Sattel nach Abb. 1 bis 4 nicht mehr ent- und unter Aufwand großer Summen an Arbeitslöhnen und geldern von Hand ausgeschaufelt werden mußten.

b) Türenanordnung.

Die Türen an den Großgüterwagen müssen so angeordnet laß man ihn auch rasch von Hand entladen kann. Besonders nfang der Einführung und auf kleinen Stationen wird dies r der Fall sein. Die Be- und Entladung eines 50 t-Wagens mmetrischer Türanordnung wie beim Krupp-Wagen, Abb. 8 , erfordert mit 4 Mann nur unwesentlich mehr Zeit als die 20 t-Wagens mit 2 Mann, weil die Wagentiefen neben den nur 2 m betragen und deshalb mit einem Wurf durch die ı entladen werden kann, während beim 20 t-Wagen mit n über 3 m teilweise zweimal geworfen oder über die hohen vände mit entsprechend größerem Zeit- und Kraftbedarf bei einmaligem Wurf geschaufelt werden muß. Für die jetzt vielfach übliche Abholung der Güter mit Lastkraftwagen ist die Türanordnung auch wesentlich, weil z. B. beim Kruppwagen Motorwagen und Anhänger bei dem Türenabstand von 5,35 m gleichzeitig beladen werden können, während beim Uerdinger-wagen mit 4,25 m dies nur in ganz geringem Maße möglich ist und Motor- und Anhängewagen nacheinander beladen werden müssen wie jetzt beim 20 t-Wagen. Die Ausnutzung des Last-kraftwagens ist im ersteren Fall wesentlich besser, indem durch die Abkürzung der Stehzeit zum Beladen täglich drei Fahrten ermöglicht werden gegen sonst zwei.

c) Wagenkastengestaltung.

Die Symmetrie der Türenanordnung ist zwar auch bei den beiden andern selbsttätigen Flachbodenwagen-Modellen vorhan-den, die Längenausnutzung des Wagens für den Laderaum beim Krupp-Wagen aber bei weitem am besten[1]). Auch zeigt dieser Wagen den Vorteil vollständig senkrechter Wände ohne untere Einschnürung an den Stirnwänden und ohne obere wie bei den höher geführten Seitenwänden der übrigen Modelle, bei denen eine Ausnutzung des Lademaßes I bei freizügiger Verwendung für Nichtschüttgüter, z. B. Hölzer, ziemlich beeinträchtigt wird.

[1]) Vergl. Sonderheft der „Verkehrstechnischen Woche“ 17. Jhrg. Juli 1923 „Der Eisenbahnwagenbau“

Abb. 10. Schnitt *a—b*.

Abb. 11. Schnitt *c—d*.

Abb. 12. Ansicht auf die Stirnwand.

Abb. 8 bis 12. Der Kruppsche 50 t-Wagen.

Die Höhe von 3,48 m der Seitenwände bzw. 3,60 m der Stirnwandmitten gestattet ein Durchfahren noch der meisten Zechenprofile, was bei 3,75 m nicht mehr der Fall ist. Auch ist die Höhenlage des Wagenbodens über S.-O. bei Krupp am niedrigsten und damit am zweckmäßigsten. So richtig bei den reinen Selbstentladern, die ja nur in festen Verkehrsbeziehungen laufen, möglichst hohe, wenn auch oben eingezogene Seitenwände für die Laderaumausnutzung sind (Höhe bis 4 m), so falsch wäre dies bei den freizügigen Großgüterwagen wegen der erwähnten für die Ausnutzung des Lademaßes I ungünstigen oberen Einschnürung der Seitenwände und der Beschränktheit bei der Benützung der vorhandenen Zechenprofile.

d) Kippbarkeit.

Beim Entwurf der Großgüterwagen wurde auf die Kippbarkeit verzichtet, weil alle Wagen als Selbstentlader gebaut werden. Die Vorteile der Selbstentladung sind so groß, daß sie sich auch bei großen Kosten für die baulichen Umänderungen rasch abzahlen; denn die bedeutenden Unterhaltungs- und Bedienungskosten der Kipper fallen vollständig fort, außerdem werden die Güter durch das seitliche Abrutschen viel besser geschont als beim Kippen, und das lästige, die Leistungsfähigkeit außerordentlich herabdrückende Hin- und Herrangieren jedes einzelnen Wagens zum Kipper kommt in Wegfall. Auch jetzt nur einseitige Bunker lassen sich durch Erhöhung der Gleise für die zweiseitig entladenden Selbstentlader umändern, soweit beengte Raumverhältnisse die Ausführung eigner Hochgleise nicht zulassen. Durch geeignete Tarife bei Benutzung von Großgüterwagen läßt sich auch ohne besonderen Nachdruck erreichen, daß die Industrie im eigensten Interesse diese baulichen Veränderungen möglichst bald vornimmt und sich nicht, was andernfalls zu befürchten ist, ruhig mit den 15 t- und 20 t-Wagen weiterbegnügt. Durch den Fortfall der Kippbarkeit ergeben sich große wagenbautechnische Vorteile in bezug auf größere Steifigkeit des Wagenkastens.

e) Bremsanordnung.

Die Bremsanordnung des Krupp-Wagens mit einer eigenen durch Geländer abgeschlossenen Plattform muß als besser bezeichnet werden als die des Uerdinger Wagens, weil das Fehlen des Geländers oft Unfälle durch Herabstürzen hervorrufen kann. Zur Vermeidung einer Einbuchtung in den Laderaum wird das Bremsrad in Zukunft senkrecht angeordnet.

f) Untergestell.

Als bemerkenswert darf erwähnt werden, daß Krupp nur mehr die steifen Großkesselwagen mit Doppelquerausgleich ausführt, alle übrigen Großgüterwagen ohne solchen. Die Querverschiebbarkeit der normalen Achsen gestattet vollständige Einstellung in 60 m-Krümmungen, bei reichlicher Spurerweiterung können voraussichtlich aber noch 40 m-Krümmungen durchfahren werden.

g) Verwendungsbereich.

Der Verwendungsbereich der freizügigen Großgüterwagen wäre bei Hochkonjunktur in Aushilfspendelzügen oder Wagengruppen, letztere für die Werke, die nicht ganze Züge unterbringen können, im übrigen im freien Verkehr gegeben. Da nach Übergang des Massengüterverkehrs auf die Großgüterwagen der ganze jetzige zweiachsige Wagenpark für die Nichtschüttgüter zur Verfügung steht und deren Menge nur einen Bruchteil des Gesamtverkehrs ausmacht, also auch bei einer doppelten und dreifachen Zunahme dieses Güterverkehrs genügen wird, erscheint es vollkommen falsch, noch neue zweiachsige Wagen zu bauen, insbesondere nachdem ihre Zahl tatsächlich den Friedensstand weit überschritten hat. Es ist zu bedenken, daß jeder neue 15- und 20 t-Wagen eine Vergeudung an Nationalvermögen bedeutet, da auf alle Vorteile, die die Großgüterwagen mit sich bringen, bewußt verzichtet wird. In Zukunft müssen für jede Entladung eines solchen Wagens für die Zeit seiner Betriebfähigkeit, also 30 bis 40 Jahre lang, die Mehrkosten der Handentladung gegenüber der Selbstentladung aufgebracht werden. Ein 50/60 t-Wagen erfordert außerdem nur 12 m Gleislänge gegenüber 27,3 m bei 20 t-Wagen, beim Rangieren muß nur ein Wagen behandelt werden, bei 20 t-Wagen dagegen drei, ein Großgüterwagen hat nur zwei Kupplungen, drei 20 t-Wagen aber sechs, ebenso dreimal soviel Puffer und Luftbremsschläuche. Selbst wenn nicht genügend Hochgleise vorhanden sein sollten und die Wagen vorläufig nicht voll ausgenutzt und nur wie gewöhnliche O-Wagen verwendet werden, so ist doch damit ein Vorteil verbunden gegenüber 20 t-Wagen, weil ja das Verhältnis von Eigengewicht zu Nutzlast trotz der Selbstentladung günstiger ist als bei ersteren. Der freizügige 50/60 t-Großgüterwagen Bauart Krupp mit Selbstentladung, Abb. 8 bis 12, wiegt 24 t, zweieinhalb 20 t-Wagen mit Bremshaus und Luftbremse 27,5 t, ohne ersteres 25 t, also trotz Fehlen der Selbstentlademöglichkeit 15 bzw. 4 vH mehr. Dementsprechend ist der Anschaffungspreis höher. Bei späterer Verwendungsmög keit für 60 t Tragfähigkeit beträgt das Mehrgewicht sogar 37 25 vH. Nach Schaffung von Pfeiler- und Bunkergleisen ist doch genügend Wagenmaterial sofort vorhanden, und damit kö diese Anlagen auch richtig ausgenutzt werden. Wenn heute kleine O-Wagen ohne Selbstentladung noch angeschafft wü obwohl Großgüterwagen billiger und vor allem mit Selbstentla gebaut werden können, so wäre das dasselbe, wie wenn wir Kenntnis des vorteilhaften elektrischen Lichtes uns Petrol lampen anschaffen wollten, nur weil das Volk vielleicht a gewöhnt ist. Daß von verschiedenen Seiten der Einführung Großgüterwagen ähnliche Schwierigkeiten wie beim Über vom 10 t- zum 20 t-Wagen bereitet werden, wird erwartet, u gilt, diesen Bestrebungen durch geeignete einfache Mittel entg zutreten, wie dies später erwähnt ist. Auch in Amerika w bei Einführung der Großgüterwagen Einwände von der Gesc welt gemacht worden, sehr rasch aber hat sich alles a großen Einheiten gewöhnt, trotzdem die Wagen größtenteils Selbstentladung haben und mit Hand be- und entladen w müssen. Heute gibt es in Amerika nur mehr Großgüterwage bis zu 109 t Ladegewicht, die Zuggewichte schwanken zwi 5 bis 17 000 t. Bereits 1888 wurde drüben der 45,6 t-Großg wagen an Stelle des damaligen 13,6 t-Wagens eingeführt. E ist erst jetzt, 36 Jahre später, an diesem Wendepunkt angel

3. Raddruck und Ladegewicht.

Ein scheinbares Hindernis für die großzügige Einfüh des Großgüterwagens ist bisher das Fehlen von genügend Raddruckstrecken. Wollte man aber mit der Herstellung Großgüterwagen in großem Maßstabe erst beginnen, wen E-Strecken mit 8,89 t/m Streckenbelastung für Lokomotiven 8,0 t/m für Wagen bei durchweg 10 t Raddruck größtenteils gestellt sind, so würde noch eine sehr geraume Zeit verfli Es gilt aber unter allen Umständen möglichst bald scho Vorteile des Großgüterwagens fühlbar werden zu lassen. Amerika ist der 50 t- bis 80 t-Wagen die Regel. Auch für europäischen Großgüterwagen muß bis an die Grenze des lichen gegangen werden. Die Tragfähigkeit ist auf 60 t z messen, während sie bei den jetzigen Modellen nur 52,5 t be Bei späterer Ausnutzung der 60 t-Tragfähigkeit und einem E gewicht von 24 t ergibt sich ein Raddruck von 10,5 t. Eine schreitung um 5 vH ist für Strecken, die für 10 t Raddruc eignet sind, unbedenklich, nachdem doch auch alle Bahnen nur 6 bis 7 t erlaubten, ohne Änderungen den zulässigen druck auf 7,5 bis 8 t erhöhten, um die 20 t-Wagen über lassen zu können. Außerdem fällt bei Wagen die Zunahm Raddruckes während der Fahrt wie bei den Lokomotiven

Bei 50 t Ladegewicht ergibt sich 9,3 t Raddruck. Da zeit fast alle Hauptstrecken bereits mit Oberbau für 9 bis 10 t druck versehen sind, ist heute schon das Laufgebiet der güterwagen bei 50 t Ladung sehr groß. Mit 40 t La kann der Großgüterwagen schon jetzt auf fast alle Neben- ausländische Bahnen übergehen, weil er dann nur 8 t Radd aufweist. Die Anschlußgleise werden doch nur langsam befal man kann deshalb, soweit 33 kg-Schienen verlegt sind, auf 10 t für die Wagen gestatten. Die Hauptsache ist, daß die Br gerade noch für die Großgüterwagenlasten mit 6,2 bzw. 7, reichen, da die Zustellung durch leichtere Rangiermaschine folgt. Die T 16 mit fünf Achsen, 13,8 m Länge über die P und 80,8 t Dienstgewicht weist 5,8 t/m Streckenbelastung auf. den Lokalbahnen läßt man schon bei 23 kg-Schienen 7 bi Raddruck auch auf der freien Strecke zu, z. B. bei 22,8 kg/ den staatlichen Lokalbahnen in Bayern mit bayerischem Pro Die 20 t-Wagen gehen auf die Strecken seit Jahren über, auch die Unterhaltungskosten etwas größer sind. Es handelt eben darum, das einmal liegende Profil bis zur vollständigen nutzung auszunutzen, wenngleich unter einiger Überbean chung und dadurch etwas früherem völligen Verbrauch. E dies immer noch das einfachere praktische Mittel gege einer sofortigen, im übrigen gar nicht durchführbaren Ausw lung und bietet den Vorteil der sofortigen Verwendungsmög keit der neuen Wagen ohne augenblicklich aufbrin Summen.

Die Durchführung von geschlossenen Großgüterw Pendelzügen mit je 50 t Wagenladegewicht kann mit den jet Lokomotiven zugelassen werden, wenn die Brücken 6,2 t/m noch aushalten und der Oberbau 8 bis 8,5 t Raddruck nach herigen Annahmen zuließ. Es sind dies wesentlich günst Werte als der Lastenzug E mit 8,89 t/m für die Lokomotiven 8,0 t/m für die Wagen vorschreibt. Demgemäß sollten sich Brückenuntersuchungen vor allem darauf erstrecken, ob

...en noch 6,2 t/m aushalten. Es würde sich dabei ergeben, ...trecken, die geringwertiger sind als E-Strecken doch mit ...n Großgüterwagenzügen befahren werden können, weil der ...astenzügen zugrunde gelegte Großgüterwagen aus Weit... schon wesentlich schwerer angenommen wurde, als er zu... t zur Ausführung kam. Auf Strecken, die erst in späterer ...wegen der hohen Kosten mit stärkeren Brücken versehen ...n können, muß man sich einstweilen mit 40 t Ladegewicht ...gen. Das ist aber immer noch wirtschaftlicher, als wenn ...noch neue 20 t-Wagen anschafft. Es darf nicht heißen: ...üterwagen dürfen auf G-Strecken nicht in Zügen, auf ...cken überhaupt nicht übergehen, sondern Großgüterwagen ... überall übergehen, nur sind für gewisse Strecken unter ... zulässiger Brückenbelastung statt 50 nur 40 t Ladegewicht ...ig, was besonders auf süddeutschen und ausländischen ...en vorläufig der Fall sein wird. Für E-Strecken sind 60 t ...ewicht erlaubt. Strecken, auf die die Großgüterwagen auch ...r 40 t Ladegewicht nicht übergehen können, sind dann nur ...erschwindend wenigen Strecken, auf die auch die 20 t-Wagen ...nicht übergehen können.

...ie Anschrift der Großgüterwagen wäre wie folgt zu halten:

O O t	Ladegewicht 40 t	Raddruck 8,0 t	5,3 t/m
„	50 „	„ 9,3 „	6,2 „
„	60 „	„ 10,5 „	7,0 „

...om Reichsbahnnetz sind für das Stationspersonal Karten ...rtigen, in denen die Strecken folgende Kennzeichnungen er... solche, deren Brücken und Oberbau Großgüterwagen ...n von

...t Ladegewicht bei 8,0 t/m bzw. 10,5 t Raddruck,
——— stark schwarz ausgezogen, von
...t Ladegewicht bei 6,2 t/m bzw. 9,3 t Raddruck,
— — — stark schwarz gestrichelt, von
...t Ladegewicht bei 5,3 t/m bzw. 8,0 t Raddruck,
—·—·—· stark schwarz strichpunktiert,
...che von geringerem Ladegewicht und Raddruck,
——— schwach schwarz ausgezogen.

...m die Zulässigkeit der verschiedenen Lokomotivarten auf ...zelnen Strecken kümmert sich das Stationspersonal er...gsgemäß nicht, sondern das ist Sache der Bau- und ...neninspektionen, für die die roten, blauen, gelb-grünen N-, ...nd H-Streckenkarten und -verzeichnisse zweckmäßiger sind. ...te keinem Zweifel unterliegen, daß durch dieses Verfahren ...glichkeit der Einführung der Großgüterwagen ein ganz ...Gesicht bekommt als bisher. Das durch die angegebenen ...en jetzt schon mögliche Laufgebiet wie beim 20 t-Wagen ... aufgestellte Forderung nach ausschließlichem Bau von ...terwagen ebenfalls als berechtigt erscheinen. Später, nach ...iner Verstärkung des Oberbaues, wird die volle Inan...ahme des erhöhten Raddruckes die Ausnutzung der 60 t-...igkeit erlauben. 64 m³ Fassungsraum gestatten für ...Steine, Erz, sowie bei einiger Aufschüttung für Kohle ...schiedene andere Güter noch eine volle Ausnutzung der ...gfähigkeit. Die amerikanischen Virginia-Kohlenwagen ...bei 109 t Ladegewicht nur 109 m³ Inhalt. Auch läßt die ...enstellung in Tafel 1 die Vorteile einer Steigerung der ...igkeit zu deutlich erkennen, als daß man sich dieses Vor...geben könnte. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß in ... den Brückenbau angenommenen Lastenzügen für den ...erwagen eine Streckenbelastung von 8,0 t/m vorgesehen ist, während sie selbst bei 60 t Ladegewicht nur 7,0 t/m beträgt und nur von den unter 1. erwähnten Pendelselbstenladern erreicht wird.

4. Großgüterwagen-Bauarten.

Es wurde gefordert, in Zukunft O-Wagen nur mehr als Großgüterwagen mit 60 t Tragfähigkeit zu bauen. Die Industrie geht teilweise schon dazu über, auch Spezialwagen als Großgüterwagen zu bauen, wie z. B. die Großkessel-, die Großkübel- und die Groß-Kohlenstaubwagen. Es muß auch bei den G-Wagen ein Großgüterwagen mit Selbstentladevorrichtung zur Einführung kommen, um auch bei jenen Massengütern, die gedeckt befördert werden müssen, wie loses Getreide, Mais, künstlicher Dünger, gebrannter Kalk usw., die Vorteile der Selbstentladung anwenden zu können. Für die Nichtmassengüter allein, insbesondere Stückgüter, genügen die jetzt vorhandenen zweiachsigen G-Wagen vollauf. Bei 1 m größerer Länge (13 m) und Selbstentladevorrichtung wie beim Kruppschen O-Wagen, hat der Wagen ungefähr die Gestalt des zweiachsigen Gl-Wagens mit dem hohen Tonnendach, Abb. 13 bis 16. Da der Wagen als freizügiger auch für Handbe- und -entladung geeignet sein muß, sind vier Seitentüren angeordnet. Schwierig war die Erfüllung der Bedingung, daß auch der gedeckte Wagen bei maschineller Beladung mittels Greifer bis unter das Dach geladen werden kann, ohne Nachhilfe mit der Hand oder Verbleib von Restwinkeln. In der Decke sind drei je 2,70 m lange, 2,50 m breite Luken nach Art der Sisalwagen der deutsch-ostafrikanischen Bahnen[1]) vorgesehen, über die die Dachdeckel wie Schiebetüren gerollt werden können. Durch diese drei Luken wird das Be- und Entladen der Großgüter-GGt-Wagen mit Ballen, Säcken, Tonnen, Kisten sowie auch mit Massengütern von Hand und vor allem durch Krane und Greifer unter Verbleib nur geringer Restwinkel ermöglicht, z. B. bei direkter Umladung vom Schiff auf die Eisenbahn und umgekehrt, was bei den jetzigen G-Wagen nur mit Seitenrampe viel langsamer und kostspieliger ausschließlich mit Handbetrieb möglich ist. Die Dachluken gestatten erst eine volle Ausnutzung des Laderaumes bis unter das Dach.

Das Eigengewicht dürfte sich auf 29 t belaufen. Die Ladegewichte wären ebenfalls abgestuft nach 8,9 und 10 t Raddruck anzugeben:

GGt	Ladegewicht 35 t	Raddruck 8,0 t	4,9 t/m
„	45 „	„ 9,3 „	5,7 „
„	55 „	„ 10,5 „	6,5 „

An Laderaum stehen bei 2,80 m Breite, 11,60 m Länge, 2,0 m Höhe an der Seite und 2,70 m in der Mitte rd. 70 m³ zur Verfügung. Bei dessen Ausnutzung ergeben sich für Weizen, Gerste, Roggen, Mais, Kartoffeln, lose geschüttet, etwa 50 t, für künstliche Dünger, gebrannten Kalk 55 t, für Nichtschüttgüter in Säcken, Fässern und Kisten, wie Mehl, Zucker, Salz, Bohnen, Kaffee, Kakao, Zement u. a. ebenfalls 50 bis 55 t. Lüftungsklappen sind am höchsten Punkt der Stirnwände angeordnet. Gedeckte Güterwagen mit selbsttätiger Entladung sind für den Getreidetransport auf der Canadian-Pacific-Bahn bereits in Betrieb[2]).

Bei neu zu bauenden SS-Wagen könnte man bei 18 m Plattformlänge in der Mitte die für die selbsttätige Kupplung ohnehin notwendigen beiden kräftigen Längsträger als Schmalspurschienen mit 78 cm Spurweite zum Transport schwerer Schmalspurlokomotiven ausbilden. Es könnten dann zwei leichtere oder eine

[1]) s. Glasers Annalen Bd. 65 (1909) S. 171.
[2]) s. Railw. Age, Nov. 92. Jhrg. 1920 Nr. 19 S. 785.

Abb. 13 bis 16. Skizze eines gedeckten Großgüterwagens mit Flachboden-Selbstentladung.

schwere 75-, 76- oder 78,5 cm-spurige Lokomotive ohne Abmontierung darauf befördert werden. Das Eigengewicht dürfte 24 t betragen, dementsprechend für den SSs-Großschienenwagen mit Drehgestellen (s = Schmalspurgleis):

SSs	Ladegewicht 40 t	Raddruck	8,0 t	3,3 t/m
„	50 „	„	9,3 „	3,8 „
„	60 „	„	10,5 „	4,3 „

Für die neu aufgekommene, aussichtsreiche Staubkohlenfeuerung ist ein luftdicht abschließbarer Groß-Staubkohlengüterwagen in Ausarbeitung.

Als Ergänzung zu den genannten vierachsigen Großgüterwagen ist der zweiachsige XOt-Selbstentlader in Aussicht genommen. Er hat bei nur 5,73 m Länge 10 t Eigengewicht, 30 t Tragfähigkeit und kann beliebig nach links, rechts, in die Gleismitte oder gleichzeitig nach zwei oder allen drei Seiten entladen werden, wobei der einzelne Ausflußstrom durch Segmentschieber drosselbar ist. Der Wagen soll vor allem zur raschen, selbsttätigen Beschotterung der Gleise bei Neu- und Umbauten dienen, dann aber auch als Großgüterwagen für solche Werke, bei denen sich infolge räumlicher Beschränkung Pfeilergleise für die beiderseits entladenen Normal-Großgüterwagen nicht schaffen lassen, ferner als fahrbarer Bunkerwagen. Die Großgüterwagen-Pendelzüge werden rasch in einen Vorratsbunker entladen, aus dem nach Bedarf in den fahrbaren Bunkerwagen abgezapft, nach verschiedenen Stellen verfahren und nach beliebigen Seiten entladen werden kann. Von besonderer Bedeutung sind diese auch nach einer Seite vollständig zu entladenden Wagen für die kleineren, meist sehr beschränkten Lokomotiv-Bekohlungsanlagen, bei denen bisher die Hunde oder Körbe aus gewöhnlichen O-Wagen beladen werden mußten, die aber in Zukunft aus diesen Selbstentladern selbsttätig gefüllt werden können.

Werden in Zukunft als Normalgüterwagen grundsätzlich nur mehr die Typen OOt, GGt und SSs, an zweiachsigen höchstens noch XOt-, R-, S-, Gl-, Gk- und Gg-Wagen gebaut, so werden wir bald über einen großen Wagenpark verfügen, der hinsichtlich der Nutzlast dem jetzigen bedeutend überlegen ist und durchweg Selbstentladevorrichtung aufweist, so daß dann auch die nötigen Bunkergleise errichtet werden können. Zuerst allerdings müssen die Großgüterwagen mindestens 10 vH des Güterwagenparkes ausmachen, bevor an die allgemeine Erbauung solcher Anlagen mit Aussicht auf Wirtschaftlichkeit herangetreten werden kann. Mit der Einführung der Großgüterwagen nur für Pendelverkehr ist es unmöglich, wirtschaftliche Vorteile für die Verwaltung ausschlaggebend merkbar werden zu lassen. Es wäre z. B. in Bayern rechts des Rheins schon schwierig, auch nur ein halbes Dutzend Großgüterwagen-Pendelzüge zu 1100 t Nutzlast anzusetzen, da außer den paar großen Gaswerken sowie den Lokomotiv-Bekohlungsanlagen keine Abnehmer für so große Mengen vorhanden sind. Die Großgüterwagenzahl würde nicht einmal 1 vH des auf Bayern treffenden Güterwagenparkes erreichen. Die größere Wirtschaftlichkeit des Güterverkehrs mit Großgüterwagen gegenüber dem an Zahl weit überlegenen, unwirtschaftlichen Park von zweiachsigen Wagen sowohl für die Verwaltung wie die Handelswelt und Industrie möglichst bald merklich fühlbar werden zu lassen, ist rasch und wirksam nur möglich, wenn man die Großgüterwagen nicht allein für Pendelverkehr, sondern vor allem auch für den freizügigen Verkehr einstellt. Auch ist zu bedenken, daß bei vorläufig reinem Pendelverkehr die Großindustrie allein die Vorteile des Großgüterwagens ausnutzen kann, die übrige auf Güterverkehr, wenn auch in kleinerem Umfang angewiesene Handels- und Geschäftswelt mindestens noch 20 bis 30 Jahre darauf verzichten müßte.

5. Die Kupplungsfrage.

Der Großgüterwagen muß in vollen Zuglängen gefahren werden können. Dazu bedarf es einer starken Kupplung. Der Sprung auf 50 t gegenüber der jetzigen Schraubenspindelkupplung mit nur 14 t zulässiger Zugkraft bei dreifacher Sicherheit ist so groß, daß ein großer Umweg wäre, wenn man nicht gleichzeitig damit die selbsttätige Kupplung einführen wollte, die das endgültige Ziel aller Eisenbahner ist und sein muß. Praktisch gehören also Großgüterwagen und selbsttätige Kupplung zusammen.

Den Anhängern der selbsttätigen Kupplung stehen jene gegenüber, die wegen der geldlichen Schwierigkeiten, die bei der Einführung auftreten, sie als geradezu unmöglich bezeichnen; denn es müßten sämtliche Wagenuntergestelle in weitestgehendem Maße umgebaut werden. Daraus erklärt sich, daß trotz fast 30jähriger Bestrebungen hier keinerlei tatsächliche Fortschritte zu verzeichnen sind. Nicht einmal dazu vermochte man sich aufzuraffen, die Untergestelle wenigstens jetzt schon so zu bauen, daß später eine Mittelkupplung leicht und ohne teure Ab rungen eingefügt werden kann. Es ist nun endlich gelu auch diese nicht zu verkennenden Einwände geldlicher in verblüffend einfacher Weise zu überwinden. Die Fra so gelöst, daß bei den vorhandenen Wagen ein Einbau oder höchstens bei den neusten Fahrzeugen in Frage k Dagegen wird in alle neuzubauenden Fahrzeuge ausnah gleich die endgültige selbsttätige Kupplung mit Seitenp eingebaut, und durch eine ganz einfache Übergangsvorric ist die Möglichkeit gegeben, beliebig nicht nur mit den je Spindelkuppelwagen zu kuppeln, sondern auch die Luftl beliebig mechanisch oder selbsttätig zu verbinden. Die s tätige Kupplung ist restlos eingeführt, wenn die jetzigen zeuge verbraucht sein werden, also nach ungefähr 3 40 Jahren. Wollte man planmäßig die Untergestelle stärken, so würde dies auch mindestens 20 bis 30 Jahre i spruch nehmen. Wirtschaftlich wäre dieses Verfahren aber kaum zu rechtfertigen.

Nach den bisher gemachten zahlreichen privaten un lichen Versuchen muß man die Scharfenbergkupplung al allein allen Anforderungen genügende selbsttätige Kupplu zeichnen. Ihre besonderen Vorzüge vor andern sind: kein riegelung, vollständig starre Kupplung, dadurch gering nutzung und wenig Unterhaltungskosten, unbedingt sicheres peln sowohl bei langsamem wie scharfem Auflaufen von und deshalb unter allen Umständen Verhinderung des Aufst der Wagen mit seinen kostspieligen Beschädigungen un erwünschten Aufenthalten auf Verschiebebahnhöfen, Lösh bei starker Spannung, unbedingt sicheres Aufeinandertreffen bei großen Höhenunterschieden beladener und unbeladener und sehr starken seitlichen Abweichungen der Kupplunge der Gleismitte bei Einfahrt langer Wagen in scharfe Krümm wie es beim europäischen Wagenpark, der sich meist au überhängenden zweiachsigen Wagen zusammensetzt, vork während in Amerika durchweg nur vierachsige mit möglic die Enden gerückten Drehgestellen üblich sind, die die Na der Klauenkupplung gerade in diesem für Europa wesen Punkte nicht so hervortreten lassen.

Zu erwähnen sind auch die für die genannte Ku außerordentlich günstigen Ergebnisse bei den Versuche Eisenbahn-Zentralamts in Seddin vom 3. bis 6. Juni 1924.

Die schwierigste Aufgabe bei der Einführung der tätigen Kupplung, die Übergangzeit, ist durch die neue Sc bergkupplung mit normal verkürzbarer Übergangkup vollständig überwunden. Die vorhandenen Wagen br also nicht umgebaut und ebenfalls damit ausgerüstet zu w sondern nur alle neuzubauenden Wagen werden damit ausge Treffen Wagen mit selbsttätiger Kupplung aufeinander, s diese wie auch die selbsttätige Luftleitungskupplung b andernfalls kann ohne Schwenken oder dergleichen unm auch mit Spindelkuppelwagen und den jetzigen Luftbrems chen gekuppelt werden. Die Wagen können also beliebig Züge eingestellt werden. Gegenüber der Willisonkupplun selbsttätige Luftleitungskupplung mit zwei Bremsschläuc bei der Scharfenbergkupplung trotz der Vereinigung der tätigen und der mechanischen Luftschlauchkupplung in Kopf nur ein normaler Bremsschlauch nötig. Nach vollstä Verbrauch der jetzt vorhandenen Spindelkuppelwagen, als rd. 40 Jahren, können dann die Seitenpuffer und der Luf schlauch weggelassen werden. Nur bei den reinen Pend werden sie schon jetzt nicht mehr angebracht.

Nachdem die Frage gelöst ist unter Vermeidung aufbringbar erscheinenden Kosten für den Umbau der denen Wagen und ohne Übergangschwierigkeiten selbst Luftleitungskupplung, die selbsttätige Kupplung in Euro zuführen, sollte möglichst bald ihre grundsätzliche Anb an allen neuzubauenden Fahrzeugen gesetzlich festgelegt Deutschland muß wie in der Luftbremsfrage der Güterzü hier den Bahnbrecher machen.

6. Lade- und Entladeanlagen.

Sind die Maßnahmen getroffen, daß von jetzt an als G-Wagen nur noch Großgüterwagen mit Selbstentladung werden, und ist damit die Gewähr geleistet, daß schon in nismäßig wenig Jahren ein größerer Vomhundertsatz des parkes Selbstentladung aufweist, so ist erst dann die setzung für die Wirtschaftlichkeit einer Ergänzung der b den Lade- und Entladeanlagen insbesondere in den F höfen geschaffen. Dieses Grunderfordernis kann gar ni dringlich genug jenen vorgehalten werden, die immer na alten Schema die jetzigen kleinen, unwirtschaftlichen zweia Wagen weiter gebaut wissen möchten.

Für die Selbstentlader-Pendelzüge zum Erz- und Dünge-eltransport bestehen ja schon lange Bunkeranlagen, die übrige ßindustrie wird sich zweifellos auch sehr rasch für die Selbst-ıdung einrichten, da die Ersparnisse im Betrieb die Kosten urzer Zeit wettmachen. Den Anfang haben die Berliner Gas-e gemacht. Ein dankbares Feld für die Einführung eines ßgüterwagenverkehrs bietet die Zuführung der Brennstoffe die Lokomotiv-Bekohlungsanlagen.

Eine andre Frage ist die, ob es überhaupt möglich sein wird, den freizügigen Verkehr eine Wirtschaftlichkeit der erforder-n Lade- und Entladeanlagen zu erzielen. Diese Frage muß dingt bejaht werden[1]).

Im nachfolgenden soll die Wirtschaftlichkeit derartiger Ein-ungen für einen größeren und einen kleineren Bahnhof kurz rsucht werden.

roßerer Bahnhof. Freiladehof München Hbf.

In Großstädten ist das ankommende Hauptmassengut der nstoff. Er wird entweder mit Fuhrwerk oder Lastkraftwagen holt. Für den freizügigen Verkehr gilt es nun, möglichst lben Vorteile zu schaffen, wie sie der Großabnehmer mit lelzügen hat. Es sind zu diesem Zwecke Bunkergleise vor-hen, die 8 m über Straßenhöhe liegen, Abb. 17 bis 19. r Bunker faßt aufgehäuft 95 m³ und ist 7 m lang, so daß Wagenhälften jeweils nacheinander bequem in einen Bunker den werden können ohne die Gefahr, daß einzelne Stücke in Nachbarbunker hineinspringen. Der Vorgang ist nun fol-er: sobald ein Güterzug eingelaufen ist, werden die Groß-wagen durch eine Verschiebelokomotive in Gruppen zu drei ünf Stück je nach Steigung und Zugkraft in das Bunker-hinaufgedrückt und sofort in die nächsten, gerade leeren er durch das Rangierpersonal entleert, das auf den über Quertrennwänden angeordneten Querlaufbrettern die Klappen-hlüsse erreichen kann. die Wagen nach 10 Mi-entleert, so zieht die Lo-tive sie ab, und man hat Vagen zu neuer Beladung t. Bei jedem Wagen wer-mindestens 8 Stunden, in n Fällen sogar 24 Stun-an Umlaufzeit gespart, jetzt nachmittags ankom-e Wagen erst am näch-Nachmittag wieder leer Verfügung stehen, wäh-die Großgüterwagen am gleichen Abend wieder abrollen können. Auch u beachten, daß jetzt am Tage nur dreimal die Freilade-ausrangiert werden können, während bei den Bunkergleisen der Zeit ankommende Wagen entleert werden können, ohne ng des Ladegeschäftes durch Rangieren. Sind Bunker ge-so kann jetzt der Empfänger mittels Fuhrwerk oder Kraft-n sein Gut abholen, und danach kann das Spiel von neuem nen. In jeder Bunkerhalle sind drei Gleise nebeneinander rdnet. Für Halle I ergeben sich 84 Bunker und 96 für II, zusammen 180 Bunker zu durchschnittlich 50 t = 9000 t ntfassungsvermögen. Zwischen den Hallen liegt eine 12 m Ausfahrstraße, die bei beengten Verhältnissen weg-kann. Die Bunkergebühr wird mit 10 ℳ pro Tag fest-zt. Demgegenüber erfordert die Handentladung eines 50 t-ens 30 Arbeitsstunden oder 20 ℳ. Bei 50 vH Ausnutzung en sich 1500 ℳ Jahreseinnahme, was bei 20 vH für Ver-ng, Unterhaltung und Abschreibung 7500 ℳ Anlagekapital Bunker entspricht. Trotz der guten Verzinsung wird eine illigung der Entladekosten um die Hälfte erzielt.

[1]) Glasers Annalen Bd. 76 (1915) S. 224 u. f.

Die bequeme Handhabung der Bunker und die sofortige trockne Lagerung wird viele Firmen bestimmen, sich eine Anzahl Bunker zu mieten, z. B. je einen für Steinkohle, Briketts, Koks, Torf usw. und an die Kunden durch Fuhrwerk unmittelbar vom Bunker zu verkaufen. Die Schlüssel für die Mietbunker werden den Firmen für die Mietdauer ausgehändigt. Kleine Verkaufs- und Aufenthaltsräume können in großer Zahl zwischen den Pfeilern in Größen von 4 × 2 m² bequem eingerichtet werden. Auf die Tonne Kohle entfällt eine Gebühr von 10 ₰ bei einer Bunkergebühr von 5 ℳ pro Tag. Da das Errichten eigner Lagerschuppen ihre Verzinsung, die Kosten des Transportes dorthin und der dortigen Lagerung wegfallen, sind diese Beträge nicht zu hoch.

Bei den Beladeanlagen ist es am zweckmäßigsten, sowohl für die jetzigen wie die Großgüterwagen, die Ladegleise zweiseitig anzuordnen, auf der einen Seite eine um 55 cm vertiefte Straßenlage, damit auch bei hohen Seitenwänden der Straßenfahrzeuge ein hohes Heben der Güter beim Entladen mit der Hand nicht notwendig ist, auf der andern eine 1,10 m hohe Seitenrampe, damit die Beladung hochbordiger, gewöhnlicher und Großgüterwagen, besonders der GGt-Wagen, durch die Dachluken leicht möglich ist, Abb. 17. Sogar beim Beladen von gewöhnlichen G-Wagen mit Stückgütern, die nicht mit Sackkarren eingefahren werden, bedient man sich besser der Seitenrampe.

Bei der Gesamtanlage für den Münchener Freiladehof sind auf der gleichen Fläche jetzt 24 Freiladegleise, nach der Umänderung 17½ Freilade- und 6 Bunkergleise vorhanden. Die Bunkergleise haben einen ganz andern Verkehrswert, indem sie bei Hochkonjunktur täglich 9000 t Massengüter regensicher unterbringen können, was 450 20 t-Wagen mit einer Aufstellgleislänge von 4300 m, soviel wie die sämtlichen jetzigen Ladegleise zusammen, entspricht. Für zu beladende Wagen wäre dann überhaupt kein Platz. So stehen aber neben den Bunkergleisen mit

Abb. 17. Querschnitt $A-B$.

Abb. 18. Längsschnitte und Seitenansicht.

Abb. 19. Freiladehof München. Teil des Grundrisses.

Abb. 17 bis **19.** Bunkeranlage für freizügigen Verkehr mit Großgüterwagen für den Freiladehof München-Hbf.

ihrer Riesenleistung noch 17½ Gleise zum Be- und Entladen für Nichtschüttgüter zur Verfügung.

Die Vorteile der vorgeschlagenen Anlagen sind zusammengefaßt:

1. Die Entladekosten für 50 t-Wagen sinken um die Hälfte von 20 auf 10 ℳ, trotzdem ist noch eine Verzinsung der Anlagen mit mindestens 10 vH möglich.
2. Während die Straßenfahrzeuge jetzt bei der Handentladung der Güterwagen stundenlang stehen müssen und daher täglich nur zwei Fahrten möglich sind, dauert in Zukunft die Beladung eines Autolastzuges mit 8 bis 10 t Ladung nur einige Minuten. Es sind dann täglich drei bis vier Fahrten möglich gegen jetzt zwei, also auch 50 vH Ersparnis. Schlechte Witterung kann das Entladegeschäft nicht mehr beeinträchtigen.
3. Die Leistungsfähigkeit eines Ladehofs kann ohne räumliche Vergrößerung verdoppelt werden. Die Ausführung ist auch bei beschränkten Platzverhältnissen möglich, wie das Beispiel des Ladehofs München-Hbf. zeigt.
4. Sämtliches Schüttgut kommt mit der Entladung unter Dach. Dadurch ist erst die Einführung von Großgüter-GGt-Wagen mit Selbstentladung ermöglicht.
5. Durch die vertieften Ladestraßen wird das Entleeren aller, durch die Seitenrampen das Beladen insbesondere der hochbordigen zweiachsigen sowie der Großgüter-OOt- und GGt-Wagen in wirtschaftlichster Weise ermöglicht. Zugleich sind dadurch ausgedehnte Stirn- und Seitenrampen geschaffen, an denen halbe Massen-Personenzüge auf einmal verladen werden können. Stirn- und Seitenrampen für Massenpersonenzüge, die totes Kapital darstellen, werden für die Binnenlandbahnhöfe überflüssig. Die Anlagen können für alle Wagen beliebig verwendet werden. Es entsteht daher keine Rangiermehrarbeit.

b) Kleinerer Bahnhof. Freiladehof Buchach.

Bei den kleineren Bahnhöfen ist die Lösung sehr einfach. Durch die bauliche Ausgestaltung der freizügigen Großgüterwagen ist darauf Rücksicht genommen, daß die vorhandenen Ladegleise ohne weiteres benutzt werden können.

Für kleine Bahnhöfe mit nur einem Ladegleis ist auch bei vollständiger Einführung der Großgüterwagen keine Änderung nötig. Da fast überall kurze Seiten- und Stirnrampen vorhanden sind, können sogar die Großgüter-GGt-Wagen, wenn nötig, durch die Dachluken beladen werden.

Bei Bahnhöfen mit zwei Freiladegleisen und starkem Güterverkehr kann man später für das zweite Gleis eine Seitenrampe und auf der andern Seite eine um 55 cm vertiefte Ladestraße anlegen. Ist der ankommende Massengüterverkehr auch in kleineren Bahnhöfen verhältnismäßig stark, so wird man später auch an die Anlage eines Bunkergleises herantreten. Die Bedienung der Bunkergleise erfolgt wie die der übrigen Ladegleise mit der Zuglokomotive, die leeren Großgüterwagen können sofort zur Beladung in ein Ladegleis oder gleich in den Zug zum Weiterlauf gestellt werden. Damit ist die größte erreichbare Wirtschaftlichkeit des Wagenumlaufs erzielt, indem derselbe Zug die entladenen Wagen gleich wieder mitnehmen kann. Die Großgüterwagen können in bunter Reihenfolge mit den jetzigen in die Ladegleise gestellt werden, eine nennenswerte Rangiermehrarbeit ist durch ihre Einführung auch auf den kleineren Bahnhöfen nicht erforderlich.

c) Industrieanschlüsse.

Zur Zeit besteht ein Meinungsstreit, ob für den Kohlenumschlagverkehr in den Kohlenhäfen der Großkübel- oder der Großgüter-Selbstentlader am zweckmäßigsten sei[1]). Der letztere dürfte vorzuziehen sein infolge des Fortfalls fast jeglicher Stehzeit für die Eisenbahnwagen und damit erreichbarer geringster Zahl der notwendigen Pendelzüge sowie der erforderlichen Gleise, ferner wegen Wegfalls der Unterhaltungs- und Betriebskosten von Kranen, außerdem der Benutzungsmöglichkeit der Anlagen auch für andre Massengüter und ebenso der Wagen für den übrigen Pendelverkehr bei flauen Zeiten, Streiks oder besonderen Witterungsverhältnissen. Der Hauptvorteil der Kübelwagen, die vollständige Schonung der Kohle ist auch mehr theoretischer Natur, indem Beobachtungen ergeben haben, daß die Kranführer die Kübel regelmäßig schon in Höhen von 3 bis 6 m entleeren: denn bei vollständigem Senken der Kübel werden nur wesentlich geringere Leistungen erzielt. Diese Tatsache ist bei Erwägung der Frage, ob Kübelwagen zu wählen sind, bisher immer übergangen worden.

[1]) Vergl. Verkehrstechnik (1923) Nr. 35 und Verkehrstechnische Woche 1924) Nr. 13/14

Für die übrigen Werkanschlußgleise ist die Frage [...]fach. Pfeilerbahnen auf Mauern oder Breitflanschträgern [...]statten, bei 6 m Gleishöhe rd. 650 t Kohle auf 12 m G[...]länge unterzubringen. Bei Anordnung eines Längskanals [...]schen den Schienen können die Klappen von unten bedient [...]den und die seitlichen Laufstege wegfallen. Durch Schrägflä[...]wird vermieden, daß sich tote Materialwinkel bilden, in die [...]Greifer nicht reichen kann.

7. Tarife und Wagendienst.

Eine großzügige Einführung der Großgüterwagen so[...]im Pendel- wie im freizügigen Verkehr ist nur möglich, [...]unser ganzes wirtschaftliches Leben dadurch einen Vorteil [...]Die Kosten für Pfeilergleise in Anschlüssen haben die Werk[...]tragen; die Ausstattung der Freiladehöfe mit Bunkergleisen [...]nimmt die Reichsbahnverwaltung, wobei zunächst die gr[...]Bahnhöfe vorangehen müßten und mit zunehmender Zahl der [...]zügigen Großgüterwagen auch die kleineren allmählich f[...]Dabei müssen die Bunkergebühren von 10 ℳ pro Tag und [...]ker die Kosten selbst im Anfang mit mindestens 10 vH verzi[...]Ein Hereinnehmen der Bunkergebühren in die Frachtsätz[...]nicht angängig, weil auf Bahnhöfen ohne Bunker oder bei [...]Überfüllung sonst Schwierigkeiten entstehen und die Nachprü[...]der Wirtschaftlichkeit unmöglich wird. Je größer die Zah[...]Großgüterwagen, desto besser wird die Ausnutzung der Bu[...]anlagen. Mit der Selbstentladung allein ist das Endziel [...]nicht erreicht; dieses heißt: Frachtermäßigung für den G[...]güterwagenbenutzer. An dieser Hauptfrage sind die früheren Be[...]strebungen um die Einführung von Großgüterwagen im we[...]lichen gescheitert, indem sich die Industrie zwar bereit erk[...]die nötigen Anlagen zu schaffen, aber dafür auch eine Fr[...]vergünstigung forderte. Die Vorteile des Großgüterwagen[...]die Bahnverwaltung aus schnellerem Wagenumlauf, we[...]Personalbedarf infolge Erhöhung der Zugnutzlasten, da[...]Steigerung der Leistungen der Strecken und Verschiebebah[...]ohne Erweiterungs- oder Neubauten ermöglichen diesen F[...]nachlaß. Infolgedessen werden Versender und Empfänger [...]spornt, von sich aus für alle nur irgendwie in Betracht kom[...]den Güter Großgüterwagen zu verlangen und das Ladege[...]möglichst auszunutzen.

Durch die Einführung des Großgüterwagens auch für [...]zügigen Verkehr können Kleinindustrie und Kleinhandelsge[...]ebenfalls an der Frachtvergünstigung und dem Vorteil de[...]ringeren Entladekosten teilnehmen. Das wäre bei dem bishe[...]geplanten Pendelverkehr, der ausschließlich der Großind[...]zugute kommt, nicht der Fall und gäbe zu Klagen bald V[...]lassung.

Durch die vorstehenden Ausführungen dürfte der Nac[...]erbracht sein, daß es grundfalsch ist, in Zukunft noch 1[...]20 t-Wagen zu bauen. Wird die Einführung der Großgüter[...]für Pendel- wie freizügigen Verkehr großzügig in die Hand g[...]men, so kommt der Zeitpunkt, wo das zweiachsige Wagenma[...]bis auf einige Gattungen teilweise überzählig werden wird, [...]jeder diese unwirtschaftlichen Transportgefäße aus eige[...]Interesse nach Möglichkeit vermeidet; zum mindesten wird [...]kein Bedarf an Neubauten eintreten. Der Einwand, die [...]verwaltung könne die Kosten für die Schaffung eines [...]Großgüterwagenparks nicht tragen, ist richtig, wenn die [...]übliche Zahl von neuen zweiachsigen Wagen neben den [...]güterwagen noch weiter gebaut wird. Wenn aber statt der [...]lich ausgemusterten zweiachsigen Wagen, vor dem [...]rd. 13 000, laufend nur noch Großgüterwagen angeschafft [...]den, so dürfte darin doch wirklich kein augenblicklicher [...]gewöhnlicher Kapitalaufwand zu erblicken sein.

Es wird oft vorgebracht, daß die Einführung des freizü[...]Großgüterwagens eine noch größere Verwicklung des oh[...]schon schwierigen Wagendienstes und vor allem der Lee[...]hervorrufen würde. In Wirklichkeit bedarf es nur einige[...]gänzungen der Abfertigungs- und Wagendienstvorschriften [...]eigentlich selbstverständlich sind, z. B.: OOt-Wagen dürfe[...]alle Schütt-, bei Überfluß auch für Nichtschüttgüter verw[...]werden; die wirtschaftliche Grenze ist durch das aus Lade[...]und spez. Gewicht sich ergebende Mindestladegewicht v[...]oder 38 t nach dem niedrigsten Einheitssatz gezogen; beim G[...]Wagen gilt das gleiche für alle gedeckt zu befördernde S[...]und Nichtschüttgüter; bei Mangel an OOt-Wagen und Überfl[...]GGt-Wagen kann sogar durch das Vorhandensein der Dach[...]der selbsttätigen Entladung und der abdichtbaren Seitentüre[...]GGt-Wagen für sonst in OOt-Wagen zu verladende Schüt[...]mit ausgenutzt werden. Es wird dadurch eine noch güns[...]Ausnutzung als beim jetzigen zweiachsigen Wagenpark e[...]

mehr Leerläufen kann also nicht die Rede sein. Die SSs-gen werden für solche Güter gestellt, für die S- und SS-Wagen t genügen.

Zusammengefaßt ergibt sich also folgendes:

1. Als O-Wagen dürfen nur noch 60 t-Selbstentlader-OOt-, G- nur noch 55 t-Selbstentlader-GGt-, als vierachsige Schiewagen nur 60 t-SSs-Wagen mit 18 m Plattformlänge und m Schmalspurgleis bei 1,05 m Plattformhöhe, an Kessel- und elwagen nur noch 50- bis 60 t-Großkessel- und -kübelen gebaut werden. Ebenso ist bei allen übrigen Spezial- und atwagen 50 t Ladegewicht anzustreben. An zweiachsigen rwagen sind nur mehr R-, S-, Gl-, Gg-, Gk- und XOt-Wagen Neubauten erlaubt. Zunächst aber ist deren Bau mit Ausne der XOt- und Gk-Wagen zugunsten einer raschen Einung von Großgüterwagen in größerer Zahl ganz einzuänken. Weitere H- und gewöhnliche X-Wagen sind aus alten nd Personenwagen-Untergestellen herzustellen. Als Fahrzeugn für besondere Transporte sind R-, S-, neuere H- und X-en mit abklappbaren Wänden an Stelle der bisher meist üb-n abgebordeten 15 t-O-Wagen zu verwenden. Da R- und S-en nahezu die doppelte Nutzlänge des 15 t-O-Wagens aufn, außerdem mindestens 30 000 neuere X- und H-Wagen als zeugwagen verwendet werden können, ferner die vorhandenen)-Wagen ebenfalls noch zur Verfügung stehen, kann auch mit Rücksicht auf solche besonderen Massentransporte der ausschließliche Bau von Großgüterwagen unbedenklich zugelassen werden.

2. In alle neuzubauenden Wagen ist nur noch die selbsttätige Scharfenbergkupplung mit verkürzbarer Übergangskuppelkette, selbsttätiger und mechanischer Luftleitungskupplung einzubauen, bei reinen Pendelzugwagen können die Seitenpuffer und die mechanische Luftschlauchkupplung bereits wegfallen. Ein Einbau in die vorhandenen Wagen kommt wegen der erheblichen Kosten für den Umbau der Untergestelle höchstens für die neuesten Fahrzeuge in Frage.

3. Punkt 1 ist Voraussetzung, daß in einigen Jahren an die planmäßige Einführung der Bunkerhallen in den Freiladehöfen gegangen werden kann, zunächst mit den größten Bahnhöfen beginnend und allmählich später auch auf die kleineren übergreifend. Gleichzeitig ist für einen Teil der Ladegleise die zweiseitige Ausstattung mit Seitenrampe und vertiefter Ladestraße durchzuführen. Grundsätzlich müssen die Bunkergebühren die Kosten mit mindestens 10 vH von vornherein verzinsen. Jetzt schon sind die für die Anlagen erforderlichen Änderungen bei Um- und Neubauplänen zu berücksichtigen.

4. Das Interesse von Industrie und Handelswelt an der Einführung des Großgüterwagens ist durch Frachtvergünstigungen zu wecken. [B 573]

Wärmewirtschaft und Zugförderung[1]).

)ie erste Stelle in der Wärmewirtschaft der Eisenbahnen nimmt igentliche Zugförderung mit dem Kohlenverbrauch der Lokoen ein, der bei der Deutschen Reichsbahn mehr als 90 vH des tverbrauchs beträgt. Der Gesamtverbrauch der jetzigen Deutschen sbahn im Verhältnis zu dem Gesamtverbrauch Deutschlands liegt en 9 und 12 vH und ist von der jeweiligen Wirtschaftslage ab-g; für 1913 gilt die untere, für 1923 die obere Grenze.

er Gestaltung der Lokomotiven und der Betriebsführung ist von jeher die größte Aufmerksamkeit geschenkt worden, und man sagen, im Rahmen der unverändert gelassenen Grundform mit Erfolgt: Man kann die Wärmewirtschaft der heutigen Loko-, nachdem sie mit Heißdampf betrieben, mit Speisewasservorwär-durch Abdampf und neuerdings auch durch Rauchgas ausgerüstet, tlich der Schornsteinwirkung und des Gegendruckes, der Steuer- usw. auf Grund eingehender Untersuchungen verbessert ist, us mit ortfesten Dampfkraftanlagen vergleichen, die unter ähn-Bedingungen arbeiten. Der mittlere Wirkungsgrad ihrer Kessel-beträgt 60 bis 65 vH, der Kohlenverbrauch für eine Nutz-Pferde-unde (mit Schwankungen nach oben und unten) 1,5 kg Steinkohle. n der Betriebsführung ferner muß unablässig durch Auswahl ge-r Kohlensorten, durch zweckmäßige Aufstellung der Dienstein-unter richtiger Verwendung der geeigneten Lokomotivbauarten e verschieden gearteten Beförderungsaufgaben, durch gute In-altung und rechtzeitige, sorgfältige Überholung, durch gute Aus-; der Lokomotivmannschaften gearbeitet werden. Man erkennt , welche Arbeitsgebiete von Einfluß auf die Brennstoff-, Wärme-nergiewirtschaft der Zugförderung sind: Brennstoffbeschaffung, ättenwesen, Unterrichtswesen, Fahrplanwesen usw.

ir die Lokomotive selbst ist eine wesentliche Verbesserung des gsgrades nur von einem Übergang auf ein anderes System zu n. Der Weg hierfür ist bei Beibehaltung des Dampfes als träger der Ersatz der bisher verwendeten Auspuffmaschine ine solche mit Kondensation, und hierfür eröffnet nur die dung der Dampfturbine an Stelle der Kolbenmaschine eine t. Mit Ausnahme der Kesselanlage ändert sich hierdurch der der Lokomotive von Grund aus.

ährend sich diese Entwicklung auf die Lokomotivmaschine er- und nur die spezifische Menge, nicht die Art des Brennstoffes, , wird die Brennstoffwirtschaft grundsätzlich sowohl bei Verwen-er Ölmaschine wie des Elektromotors zum Antrieb der Lo-re geändert. Durch die Öllokomotive, bei der neben der An-des Dieselmotors an die Betriebsbedingungen der Lokomotive, rs die Übertragung der Triebkräfte vom Motor auf die Treib-ine schwierige Aufgabe ist, werden neue Anforderungen an den ler Gas- und Teeröle gestellt.

elektrische Zugförderung dagegen bietet die Möglichkeit, sich sonst für den Lokomotivbetrieb nicht geeigneten Brennstoffe ohle, Torf) und auf die Wasserkräfte zu stützen und dadurch larf an hochwertiger Lokomotivkohle herabzusetzen; an die Stelle ifterzeugung auf der Dampflokomotive selbst tritt diejenige in Kraftwerken, die an geeigneten Orten errichtet werden, und die ertragung an die Zugmaschine.

ch die Einführung der Staubfeuerung auf Dampfloko-, für die praktische Vorarbeiten eingeleitet sind, würde die offwirtschaft der Zugförderung grundlegend ändern, da sie er-n würde, die Steinkohle durch getrocknete Braunkohle oder raunkohlenkoks, bei dessen Herstellung zugleich das Treiböl für die Öllokomotiven zu gewinnen wäre, zu ersetzen. Im übrigen ist von der Staubfeuerung bei Lokomotiven wegen ihrer guten Anpaßfähigkeit an wechselnde Belastungsverhältnisse eine wesentliche Verbesserung des mittleren Kesselwirkungsgrades zu erhoffen.

Bei dem Brennstoffbedarf der eigentlichen Zugförderung muß auch der Eisenbahntriebwagen gedacht werden, die auf Strecken schwachen Verkehrs im Pendelbetrieb als Zubringer für die Hauptstrecken dienen, in ähnlicher Weise, wie dies — neuerdings in Verbindung der Reichsbahn mit den provinziellen Kraftverkehrsanstalten oder mit der Reichspost — durch Kraftwagen geschieht. Bei den geringeren Leistungen und Kräften ist die Aufgabe der Krafterzeugung und -übertragung bei den Triebwagen leichter zu lösen als bei Lokomotiven. Für die Übertragung hat man auf sie teilweise die Konstruktionen der Kraftwagen übertragen (Rädergetriebe), teilweise aber auch zwecks späterer Anwendung bei Lokomotiven neuartige Organe erprobt (Flüssigkeits- und Luftgetriebe). Zum Antrieb dienen die elektrische Energie (in Akkumulatoren mitgeführt und nach Möglichkeit aus Wasserkraft gewonnen), Benzol (für Automobilmotoren), Gasöl (für Ölmotoren nach dem Dieselverfahren) und schließlich wieder Kohle (Holzkohle, Koks, Anthrazit) für kleine Gaserzeuger zum Betriebe von Sauggasmotoren. Die Verwendung von Dampf, der in Sonderbauarten von Kesseln erzeugt wird und zum Beginn der Entwicklung die Triebwagen beherrschte, hat an Bedeutung verloren.

Bei der Beurteilung der verschiedenen Möglichkeiten der Zugförderung kommt es darauf an, wie sie sich technisch und wirtschaftlich den eigenartigen Belastungs- und Betriebsbedingungen anpassen können. Von maßgebendem Einfluß ist hierbei die starke, häufig nicht vorauszusehende Veränderlichkeit der Belastung (Leistung) bei verschiedenen Geschwindigkeiten. Die Dampflokomotive ist bei richtiger Bedienung in der Lage, vorübergehende Spitzen des Dampfbedarfes durch Speicherung im Feuer oder im Kessel selbst zu decken; bei Kohlenstaubfeuerung würde die Feuerreserve fortfallen und durch die rasche Regelbarkeit der Brenner ersetzt werden.

Bei der elektrischen Zugförderung überträgt sich der Spitzenbedarf auf das Kraftwerk, und hier werden mit Rücksicht auf die Gleichzeitigkeit von Spitzen besondere Maßnahmen zu ihrer wirtschaftlichen Überwindung erforderlich (Wärmespeicher, kohlenstaubgefeuerte Kessel für Spitzenbedarf). Voraussetzung ist natürlich, daß die Lokomotivmaschine für die vorübergehend erhöhte Beanspruchung bemessen ist, und zwar unter Rücksicht darauf, daß ihr Wirkungsgrad, der ja den Brennstoffbedarf beeinflußt, hierbei gegenüber der durchschnittlichen Regelbelastung nicht wesentlich abnimmt oder daß gar infolge der Bemessung für die Grenzfälle der mittlere Wirkungsgrad ungünstig wird.

Diese Frage ist also gekennzeichnet durch die Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Belastung und Geschwindigkeit und wird bei den neuen Lokomotivarten (Dampfturbine, Ölmaschine) für ihre Wirtschaftlichkeit von größter Bedeutung sein. Denn gerade die Belastungsschwankungen, zu denen auch die Leerlaufverluste beim Halten und bei der Bereitschaft zu rechnen sind, sind maßgebend für die Wärmewirtschaft der Zugförderung. Man beachte z. B. den Unterschied zwischen der kaltgestellten, aber stets betriebsbereiten Ölmaschine und der immer unter Feuer zu haltenden Dampflokomotive, dagegen die Notwendigkeit, die Ölmaschine beim Halten — nach Entkupplung — leer weiterlaufen zu lassen, während die Dampfmaschine beim Halten stillgesetzt wird. Das Urteil über die verschiedenen Betriebsweisen muß sich also nicht nur auf das Ergebnis von Versuchsfahrten, sondern auf alle die Brennstoffwirtschaft im ganzen berührenden Einflüsse stützen. [N 676]

Dr.-Ing. F. Landsberg, Regierungsbaurat.

[1] a Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 5 (1924) Heft 10.

Verbesserung des Schwerkraft-Verschiebedienstes durch verbesserte Bremstechn

Von Regierungsbaumeister Wenzel, i. Fa. August Thyssen-Hütte, Gewerkschaft, Hamborn a. Rhein.

Die geringe Leistungsfähigkeit und Wetterempfindlichkeit der Ablaufanlage behindert infolge Unzulänglichkeit der heutigen Bremsmittel die Anwendung der Schwerkraft als Verschiebebewegungskraft. Lösung der Bremsfrage durch Einführung von Gleisbremsen mit abstufbarer Bremswirkung, wodurch der Schwerkraft entsprechende zweckmäßige Ausbildung der Rampenprofil- und Gleispläne ermöglicht wird. Hierdurch Verbilligung der Betriebskosten sowie größere Leistungsfähigkeit der Ablauframpen und schließlich Verarbeitung der in einem Knotenpunkt anfallenden Verkehrsströme in einem Verschiebebahnhof.

Jeder Eisenbahnverfrachter kennt die regelmäßig wiederkehrenden Störungen und Stockungen im Eisenbahngüterverkehr, die sich für die betreffende Verwaltung durch Dickflüssigkeit des Betriebes, Stockungen, verstopfte Bahnhöfe und übergebührlich verlängerten Wagenumlauf und für die Verfrachterkreise anfangs durch unverhältnismäßig lange Transportzeiten, mangelhafte Wagengestellung und schließlich durch Güterannahmesperren kennzeichnen; sie sind besonders in Zeiten gesteigerten Verkehrsbedürfnisses, wie z. B. im Herbst bei der Winterversorgung mit Kohle und Lebensmitteln zu beobachten. Die gewaltig durch die Entwicklung der Volkswirtschaften sowie durch die Vergrößerung der Eisenbahnnetze bedingte Verkehrssteigerung belastete die bestehenden Eisenbahnanlagen immer mehr. Während im allgemeinen die Entlastung der Strecken durch Bau weiterer Streckengleise und Parallelstrecken möglich war und den gesteigerten Verkehrsbedürfnissen durch Vermehrung der Lokomotiven und Wagen ohne Schwierigkeit Rechnung getragen werden konnte, gilt dies nicht ohne weiteres für die Bahnhöfe. Man übertrug zwar diesen Grundsatz auch auf die Bahnhöfe, weil deren Verschiebeleistung, „im Durchschnitt mögliche tägliche Wagenzahl", die Dr. Kümmel für Deutschland auf Grund eines umfangreichen amtlichen Materials für einseitige Flachbahnhöfe mit 2300 und für einseitige Gefällbahnhöfe mit 4100 Wagen angibt, bei weitem nicht mehr genügte. Dies brachte keine Abhilfe und konnte keine bringen, da die Vermehrung der Bahnhöfe auch die Zahl der Verschiebearbeiten unverhältnismäßig erhöhte: auf 125 km mittlere Förderlänge kamen 2,18 Umstellungen bei 5 Tagen Umlaufzeit. Das aber bedingte eine weiterhin verlängerte Umlaufzeit der Wagen, vermehrte Dickflüssigkeit und Empfindlichkeit des Betriebes. Auch die stetige Vergrößerung der Bahnhöfe minderte die Transportkrisen, die nach obigem sonach als Verschiebekrisen anzusprechen sind, nicht, da man zwar deren Aufnahmefähigkeit im Sinne von Abstellbahnhöfen vermehrte, aber die Verschiebeanlagen wegen der bestehenden Bremstechnik unverändert ließ. Das geht hervor aus den Leistungszahlen der Bahnhöfe, die sich decken mit denen der Verschiebeanlagen, auf denen die Züge unter dem Einfluß von Schwerkraft und Bremsmitteln zerlegt werden. Die stockende Leistung dieser Ablaufanlagen konnte nicht gesteigert werden, da die der freien Entfaltung und organischen Anwendung der Schwerkraft entgegenstehende Frage der Bremsung nicht erkannt und somit auch nicht gelöst war. Das soll im weiteren nachgewiesen werden.

Als in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts auf Zugbildungsbahnhöfen, Verschiebebahnhöfe genannt, das pri tive und unwirtschaftliche Verschiebestoßverfahren, wie es h noch auf den Zwischenstationen zum Ab- und Ansetzen der W an Güterzüge geübt wird, durch die Schwerkraft-Verschiebung setzt wurde, war dies zweifellos ein großer Fortschritt. machte sich eine Naturkraft nutzbar, die in einem Bewegungs gang die Wagen an ihr Ziel in die Sammelgleise befördert sie gleichzeitig auseinanderzieht, damit man die für die legung notwendige Umstellung der Weichen ermöglicht. Die f richtige Verwendung dieses bestechend einfachen Gedankens scheiterte, da als notwendige Bremsmittel Hemmschuh und liche Wagenbremse ohne Versuch ihrer zweckmäßigen We entwicklung übernommen wurden und in ihrer Unzulänglich völlig unbefriedigt ließen. Diese liegt zunächst in den technis Mängeln des Hemmschuhs. Da stets nur eine Achse gebr wird, ist die Bremswirkung ungenügend und unsicher (b springen); sie sinkt bei wachsender Achszahl des Ablaufs ist vom Zustande des Gleises, das daher einer vermehrten V tung bedarf, abhängig. Infolge der durch den Hemmschuh gestellten Achse schleift das nicht mit dem Hemmschuh sehene Rad auf der Schiene, wodurch seine Radlauffläche un wird und im Zuglauf Fahrstöße bedingt, die die Achslager gebührlich beanspruchen. Insbesondere beansprucht der he exzentrische Hemmschuh-Auflaufstoß Wagengefüge und La außerordentlich hoch. Diese Überbeanspruchung hat verme Unterhaltungskosten und kürzere Lebensdauer des Wagenp zur Folge. Die Mängel der Hemmschuhhandhabung liegen nächst in seiner unhandlichen Bedienung, schwierigen Bremsr einschätzung und Personalgefährdung, sodann in der Nich stellbarkeit seiner Bremswirkung, die eine Zersplitterung Bremsarbeit zur Folge hat. Die Bremsungen sind nämlic nächster Nähe der Wagenlaufziele auszuüben; sie verteilen sonach über alle Gleise und über deren ganze Länge. Daß t vermehrten Personalaufwands — im Mittel auf 2,5 Gleise Hemmschuhleger — diesen Anforderungen namentlich bei schl tem Wetter nicht entsprochen werden kann, beweisen die drückzeiten infolge vorzeitigen Auffangens der Wagen in Gleisspitzen und die Wagenaufläufe, deren Stoßdonner die stän und kennzeichnende Begleitmusik aller Hemmschuh-Verschi anlagen bildet. Die dadurch anfallenden Kosten setzten sich aus besserungskosten an rollendem Material, Entschädigungskosten

Abb. 1 und **2.** Verschiebeanlage mit Hemmschuhbetrieb.

a Geschwindigkeit des Gutl bei normaler Temperatur.
b Geschwindigkeit des Gutl bei tiefer Temperatur.
c Geschwindigkeit des Sch läufers bei normaler Tempe
d Geschwindigkeit des Sch läufers bei tiefer Temperat
e Rampenprofil.

idhaft gewordenes Ladegut, Umlade- und Regulierungskosten verschobene Ladungen sowie Aufgleisungs- und Überführgskosten der Ausbesserungsarbeiten zusammen. Zu diesen tschaftlichen Folgen des Hemmschuhgebrauchs gesellen sich i betriebliche, die auf die Bauformen der Verschiebeanlagen zuwirken. Eine Beschränkung liegt zunächst in der durch die enügende Hemmschuhbremsung bedingten ungenügenden aufhöhe, die geringe Laufweiten für die Abläufe bedingt. ecks Aufnahme weiterer Abläufe müssen daher die in den zen stehengebliebenen Wagen mit Lokomotivkraft zurückrückt werden, während das Ablaufgeschäft so lange ruht. e schon bei gutem Wetter im Mittel rd. 30 vH der Verschiebeit ausmachende Beidrückarbeit steigert sich unverhältnisig, je kürzer die Laufweiten der Wagen bei schlechtem ter werden, und führt bei Frostwetter überhaupt zum Vern des Zerlegegeschäfts, da dann schon die Schlechtläufer ler Verteilweichenzone stehen bleiben (Witterungsempfindeit). Die Schwerkraft tritt also immer mehr gegenüber der Aushilfe heranzuziehenden Lokomotivkraft zurück. Die h die ungenügende Hemmschuh-Bremswirkung bedingte Geindigkeitsbeschränkung erreicht nur geringe Leistungen und st bei schlechtem Wetter einen erheblichen Leistungsabauf.

Die Beziehungen der Ablaufhöhe, Laufweite und der Geindigkeitsbeschränkung zur Leistung sind einfachen Gesetzen klarer Anschaulichkeit unterworfen, die einen unbedingt gen Beurteilungsmaßstab liefern.

In Abb. 1 und 2 sind die Ablaufvorgänge in der Form darllt, daß der Bewegungszustand eines Massenpunktes durch nige Höhe gekennzeichnet ist, die ihm als Fallhöhe dieselbe hwindigkeit erteilen würde, die er hat; sie heißt daher Geindigkeitshöhe; für einen Wagen von 1 t Gewicht drückt sie das Arbeitsvermögen aus. Dieses ist für einen Punkt der bahn gleich der potentiellen Energie, vermindert um die erstandsarbeiten (wie Lauf-, Gleis- und Windwiderstände), abhängig sind vom Wagengewicht, -bauart, -form, Witte- usw. und sich gesetzmäßig über den ganzen Laufweg vern. Aus Abb. 2 ersieht man, daß bei normaler Temperatur beladene O-Wagen, als Gutläufer, genügend weit läuft, der agen, als Schlechtläufer, aber schon bald in den Gleisspitzen n bleibt, also Beidrückarbeit notwendig macht. Bei tiefer

Abb. 3. Laufzeit-Unterschiedwerte eines Gutläufers und Schlechtläufers bei normaler und tiefer Temperatur.

peratur verkürzen sich die Laufweiten erheblich. Der chtläufer bleibt schon innerhalb der Verteilweichenzone n; die Anlage versagt. Abhilfe schüfe nur eine größere Aböhe, die aber durch die ungenügende Hemmschuhbremsung bunden wird. Für die zweite Beziehung gilt folgendes: Der rlegende Zug kann nur so schnell dem Ablaufpunkt zugewerden, daß zwischen den Wagen die Weichen umgestellt en können. Diese Zuführungsgeschwindigkeit und damit der ufwand für den eigentlichen Rangiervorgang, die Zerlegesind bestimmt durch die Geschwindigkeiten v der Wagen rer Trennungsweiche und ihrem durch ihre unterschiedlichen widerstände bedingten Laufzeit-Unterschiedswert Δt bis zur nungsweiche. Je größer v und je kleiner Δt, um so kleiner die Ablaufzeitfolge; je kleiner letztere, um so größer wird uführungsgeschwindigkeit. Der Leistungsaufwand für das chieben eines Zuges ist somit: Rangierzeit = Bereitstellzeit + gezeit + Beidrückzeit. Abb 3 zeigt, daß die an sich schon ünstiger Witterung hohen Laufzeit-Unterschiedwerte — bedurch die auf die geringe Ablaufhöhe und flache Rampenldung zurückzuführenden geringen Laufgeschwindigkeiten — ngünstiger Witterung unverhältnismäßig schnell anwachsen; ch ergeben sich große Zerlegezeiten und demzufolge ein

Abb. 4. Gleisbremse, Bauart Thyssenhütte.

starker Leistungsabfall bis zum Versagen, der für diese Anlage und mit ihr für alle mit Hemmschuh betriebenen Anlagen neben den hohen Beidrückzeiten kennzeichnend ist. Auch andere Lösungen der Bremsfragen befriedigen ebensowenig. Die seitliche Wagenbremse, wie sie England und Belgien eingeführt haben, beschränkt die Ablaufgeschwindigkeiten und demzufolge die Profilgestaltung noch nachhaltiger als der Hemmschuh. Sie beansprucht zwar das rollende Material nicht so sehr, erfordert aber dafür einen höheren Personalaufwand, dessen Leistung wieder vom Wetter abhängig ist. Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß die ungenügende und unzuverlässige Bremswirkung des Hemmschuhs oder die unbefriedigende seitliche Wagenbremse die für die zweckmäßige Verwendung der Schwerkraft folgerichtige Profildurchbildung und damit die Leistungsfähigkeit und Betriebsicherheit ungünstig beeinflußt.

Jede Absicht, die Schwerkraftanwendung weiter zu entwickeln und sie in erhöhtem Maße nutzbar zu machen, mußte also unbedingt an den unzulänglichen Bremsmitteln scheitern. Auch jeder Ausgleich, den man zwischen beiden glaubt eingehen

Abb. 5. Anordnung der Gleisbremse, Bauart Thyssenhütte.

zu müssen, wird zu Mißerfolgen führen oder gar auf das primitive vorzeitige Verschiebestoßverfahren zurückkommen, das die Amerikaner heute noch, allerdings in der abgeänderten Form des Stoßbaumverfahrens, anwenden. Die Verhältnisse verlangen gebieterisch eine Lösung, die nicht durch die Vorschläge geschehen kann, ganz neue Wege zu gehen und neue Bewegungselemente wie Schiebebühnenkrane, Transportseile usw. in die Verschiebetechnik hineinzutragen, sondern nur in der Beibehaltung der vorhandenen Grundelemente Schwerkraft und Bremsmittel.

Die Erreichung dieses Zieles setzte voraus, daß man den Gedanken aufgab, den Hemmschuh oder die Wagenbremse zu einem brauchbaren Bremsmittel entwickeln zu können. Diese Umstellung setzte ein, als man begann, die Räder zwischen seitlichen Bremsschienen einzupressen; in dieser Entwicklung ist die Gleisbremsanlage von Loose als bemerkenswerteste Bauart zu nennen. Aus den gleichen Gedanken heraus entstand die aus der Erfindung des Regierungsbaurats Dr. Frölich hervorgegangene Gleisbremse, Bauart Thyssenhütte, Abb. 4 und 5.

Längs jeder Fahrschiene sind die äußeren Bremsschienen a, Abb. 5, in Abständen von je 3 m auf Schlitten b angeordnet, die gleitend auf hebbaren Tragbalken c ruhen und innen die um die Gelenke d schwingbaren Innenbremsschienen e tragen. In

gehobener Stellung laufen die Räder des abzubremsenden Fahrzeuges mit ihren Spurkränzen auf die Füße der drehbar gelagerten Innenbremsschienen auf und drücken diese nach unten; dadurch pressen sich die Bremsschienen paarweise an die Seitenflächen der Räder um so mehr an, je stärker die Tragbalken nach oben gedrückt werden. Die Verschiedenheit der Raddicken ist für die Wirkungsweise der Gleisbremse ebenso belanglos wie die Verschiedenheit der Abstände der Radinnenflächen eines Radsatzes. Auch die Zahl der Achsen ist bedeutungslos für die Bremswirkung, die nicht wie beim Hemmschuh mit wachsender Achszahl sinkt. Ebenso erfolgt die Bremsung im Gegensatz zu diesem völlig stoßlos und elastisch; die Wagen werden symmetrisch und gleichzeitig an den Radseitenflächen gefaßt, die Radlauffläche geschont. Der Verschleiß der Bandagen ist ganz gering. Die Anordnung ermöglicht sowohl die Bremsschließarbeit als auch das Heben und Senken der Bremse (Freigabe des Lichtraumprofils) mit einer und derselben Bewegung durchzuführen und bringt ferner das Bremshöchstmaß vom Wagengewicht selbsttätig in Abhängigkeit. Übersteigt nämlich die Hebekraft den Raddruck, so wird zwar gegebenenfalls das Rad etwas von der Fahrschiene abgehoben, ohne daß jedoch die Bremswirkung überschritten würde, da ihr Höchstmaß als eine Funktion des Wagengewichtes unveränderlich bleibt. Es ist also nicht möglich, die Bremswirkung über dieses Höchstmaß hinaus zu steigern; ein Herausklettern oder Springen der Wagen ist deshalb ausgeschlossen, weil in dem Augenblick, wo sie sich

Abb. 6 bis 11. Wasserdruckdiagramme, aufgenommen an den Bremszylindern während der Durchfahrt eines Fahrzeuges.

von den Füßen der Innenschienen abheben würden, jede Klemmwirkung aufhört.

Während bei den ersten Bremsen die Tragbalken mechanisch gehoben und gesenkt wurden, betätigte man alle weiteren hydraulisch. Der Gedanke einer Verwendung von Druckluft liegt nahe im Hinblick auf die in manchen Bahnhöfen eingebauten elektropneumatischen Stellwerkanlagen. Aber abgesehen davon, daß man diese bald durch rein elektrische Stellwerke ersetzen will, ergibt sich für die Verwendung von Druckluft ein vielfach größerer Energiebedarf wegen der Dehnungsverluste infolge ständig wechselnder Bremsdrücke, zu dem noch erheblich größere Dichtungsverluste kommen, wenn dieselben Bedingungen wie bei dem hydraulischen Antrieb, über den jahrelange Erfahrungen vorliegen, eingesetzt werden. Frostgefahr besteht für letzteren nicht, da die wasserführenden Teile außerhalb des Bremsstellwerkes in frostfreier Tiefe liegen. Die in Oberhausen-West seit 1916 eingebaute Bremse hat nie Froststörungen gehabt. Außerdem wird ja aus der zur Heizung des Stellwerks erforderlichen Wärmequelle auch dem Bremskanal Wärme zugeführt. Das Druckwasser wird durch eine elektromotorisch angetriebene Preßpumpe erzeugt, die gegen einen hydraulisch gesteuerten Akkumulator arbeitet; durch einfache Hebelhandgriffe betätigte Sonderventile steuern die Druckwassersäule.

Die Bremsung der Wagen auf Laufziel setzt Regelbarkeit der Bremsarbeiten voraus; ihre Abstufung wird entweder durch Veränderung des Wegefaktors oder des Kraftfaktors erreicht, wobei letzteres wegen Ausschaltung des Einflusses stets wechselnder Bedingungen den Vorzug bedient. Beim Thyssenschen Steuerapparat kann man mittels einer Verbindung von Ventil und federnd abgestütztem Druckreglerkolben die zu fordernde Regelbarkeit erreichen durch die Möglichkeit, unterschiedliche Drucke einzustellen, der Druck wird auch während des Bremsvorgangs gleich hoch gehalten, da sonst bei Einlauf jeder Achse in die Bremse eine Drucksteigerung (das zurückgedrängte Wasservolumen ist von der Bandagendicke abhängig), bei Ausfahrt eine Verminderung sich ergeben würde, Abb. 6 bis 11. Für den Kraftbedarf der Bremse gilt folgendes. Infolge der Klemmwirkung erzeugt sich der Wagen seinen Bremsdruck selbst. Bei einer durch einen Akkumulator fast ausgeglichenen Gleitbremse ergibt sich sonach nur ein geringer Kraftbedarf für Brems-Leerhub in Bereitschaftstellung und demzufolge kleinste Hilfsmaschinen. Die Druckabstufung ist zwar durch den Steuerapparat sichergestellt, aber es kann während der Bremsung der Druck nicht gesteigert werden. Nun hat aber die Erfahrung gelehrt, daß die Aufgabe des Laufzielbremsens auch während des Bremsvorgangs (z. B. bei Gruppen) noch eine Steigerung bei etwa zu stark herabgeminderter Bremswirkung erforderlich macht; daraus ergab sich die Notwendigkeit, zu einem höheren Akkumulatordruck überzugehen. Um ferner, namentlich bei ungeschickter Handhabung der Bremse (unnötige Wasserabgabe), auftretende Wasserverluste auszugleichen, hat es sich als praktisch erwiesen, auch die Pumpenleistung nicht zu knapp zu bemessen. Die dadurch bedingten geringen Mehrkosten für Anlage und Betrieb (Strom) sind unwesentlich im Verhältnis zur Endwirkung der Laufzielbremsung.

Die Bremsarbeit ist $B = D_0 \mu l_0$, $D_0 = K \cdot D$, worin K einen von der Bauart abhängigen Faktor ≤ 1 bedeutet; $D = P/2 \cdot$ ctg α, $P = pf$ gleich der senkrechten Wasserdruckkraft und α der Winkel, in dem die Innenbremsschiene bei Kraftschluß gegen die Wagerechte geneigt ist. P kann nicht größer als Achsdruck werden; $B \leq 2R$ (R = Raddruck), sonach $D \leq R \operatorname{ctg} \alpha$. Als Bremsweg l_0 ist der Weg der Bremsflächenteilchen einzusetzen, die sich in Zykloiden bewegen, also je nach ihrer Höhenlage über Schienenoberkante das Verhältnis V ihres Weges l_0 zu dem in der gleichen Zeit zurückgelegten Weg der Achse = Bremslänge ändern; sonach $l_0 = 4 V l$ (4 Bremsschienen). Eingesetzt ergibt sich die Beziehung

$$B = 2 K p f \operatorname{ctg} \alpha \cdot V l \mu$$

Abb. 12. Bremsarbeitswerte, Versuchreihe (Anlage Thyssen, Hafen Schwelgern).

Zahlreiche Versuche zur Ermittlung der Bremsarbeiten und Geschwindigkeitmessungen vor und nach der Bremsung ergaben, daß die Bremsarbeiten entsprechend der aufgestellten Beziehung bei guter Annäherung linear mit dem Wasserdruck wachsen, Abb. 12; hieraus und aus Abb. 6 bis 11 folgt, daß mit einer Steuerhebeleinstellung eine bestimmte Bremswirkung auf die Abläufe praktisch ausreichend genau erzielt werden kann. Dies in Verbindung mit der weiteren Tatsache, daß für eine bestimmte Verschiebeanlage bei bekanntem Laufweg und Wagengewicht die für ein gewisses Laufziel überflüssige Energie berechnet werden kann, ermöglicht die Ausarbeitung von Tafeln zum Einstellen der Laufweite. Dem Bremswärter werden Laufweg und Gewicht durch Gleismelder bzw. durch eine kleine Waggonwage besonderer Bauart fernübermittelt. In dem Maße, wie der Wärter sich einarbeitet, macht er sich von der Tafel unabhängiger, so daß sie ihm nur noch Anhalt zur Roheinstellung bleibt, während er nunmehr aus dem Verhalten des Wagens vor und nach der Bremsung die Hebeleinstellung nach dem Augenschein vornimmt. Die wesentlichen Vorteile der neuen Gleisbremse liegen zunächst in der völlig ausreichenden, stoßfreien und zuverlässigen Bremswirkung bei größtmöglicher Schonung des Wagenmaterials und in ihrer vollkommenen Regelbarkeit, die eine sichere Abbremsung der Wagen auf weit entfernt liegende Ziele durch geschulte Beamte gestattet. Damit ist es möglich, die jetzt über alle Gleise zersplitterte Bremsarbeit an einer vor den Einflüssen der Witterung geschützten Stelle, von einem einzigen Mann betätigt, zusammenzufassen.

So wesentlich auch diese technischen Vorteile sind, noch bedeutungsvoller sind die Auswirkungen dieser neuen Bremstechnik auf die Betriebsicherheit und Leistungsfähigkeit der Rangieranlagen und auf die in Wechselwirkung zu beiden stehenden auf sie abgestimmten Bauformen bezüglich Profil- und Gleis-

ausbildung. Ausgiebige Bremswirkung und Regulierbarkeit hen die Betriebsicherheit, da die Ablaufhöhe nunmehr so gemacht werden kann, daß die Wagen bis zum Sammelende laufen und selbst Schlechtläufer auch bei ungünstiger rung noch die Weichenzone freimachen, wodurch in Verung mit der Bremsabstufung die Wagen in den Sammelen sich beilaufend aufreihen und weder Auflaufschäden en, noch Beidrückarbeit erfordern. Ungünstiges Wetter verchtert dann im Gegensatz zu Hemmschuhanlagen die Zereit nicht; die dynamischen Untersuchungen weisen im Gegennoch eine Verbesserung auf. Die einzige Einwirkung chter Witterung besteht in den auf den Sammelgleisen entnden Beidrückzeiten; ihr Zeitwert ist abhängig von der Aböhe, also beeinflußbar, da die Benkung durch Bremsmittel weggeist. Ausgeschaltet bleibt gleichder Schlechtwettereinfluß auf die nalleistung, da ja die Bremsbeng von einem geschlossenen ie aus erfolgt.

ie dynamischen Untersuchungen , daß die von Abb. 3 her bekannaufzeitunterschiede um so geringverden, je größer die Laufgendigkeiten sind. Sie werden einurch höhere Berge und zum andurch die Zusammenfassung des ntgefälles in eine Steilrampe vor albremse, Abb. 13 bis 16, erzeugt. ibe Forderung ergibt sich auch olgender Überlegung. Wird ein n auf Laufweite gebremst, so ht er infolge seiner Geschwindigrminderung für seinen Laufweg, em nur das Wegstück Bremse bis Weiche (Bremszone) von In- ist, längere Laufzeit. Dann uch beim Vergleich zweier Wagen aufzeitunterschiede größer. Sie ür ein bestimmtes Laufziel ab- ; von dem diesem entsprechenremsmaß, und zwar werden sie größer, je höher das Bremsmaß ie Abbremsung muß aber um so er sein, je mehr der Laufweg der Bremse in Neigung liegt; ist eine solche Ausbildung zu fen und statt dessen das Gefälle Steilrampe vor der Bremse hinehmen. Wie ferner die Abb. 15 und 16 zeigen, wachsen die iten-Unterschiedwerte mit der Länge der Gefahrzone (Abakt bis letzte Weiche), und zwar schneller als diese; hatte Erkenntnis schon für die alten Hemmschuhanlagen gere Weichenentwicklung zur Verkürzung der Gefahrzone rt, so gilt dieses erst recht für Gleisbremsanlagen, zumal ingere Weichenstrecken teurer sind, da sie kürzere Sammelagen ergeben. Inwieweit man dabei auch die Bremszone inkt, hängt von der Zahl der Gleisbremsen und von der trebenden Höchstleistung der Anlage ab. Sonach kenn-

Abb. 15 und 16. Laufzeit-Unterschiedwerte Δt.

n sich die mit Gleisbremsen betriebenen Anlagen wie folgt: r Steilrampe vor der Bremse zusammengefaßtes größeres gefälle mit anschließender Talbremse; gedrängte Weichen der Wagerechten bei kurzer Bremszone und Sammelus praktischen Gesichtspunkten im Gefälle von 1 : 600. gänzt werden diese auf Laufweite arbeitenden Talbremsen emeinen noch durch eine kleine, am Bergkopf eingebaute die Gipfelbremse. Rein äußerlich betrachtet, bietet sie emswärter die Möglichkeit, die Geschwindigkeit des Zug- : unmittelbar zu beeinflussen und ihn in Fällen der Gefahr Festbremsung zu stauchen, bis der Führer der Druckive, durch den Widerstand aufmerksam gemacht, den Dampf abstellt. Der Vorteil liegt für den Bremswärter in einem nicht zu unterschätzenden Gefühl der Unabhängigkeit und Sicherheit. Ferner hat die Gipfelbremse den Zweck, in seltenen, dem Wärter bekannten Fällen den Ablauf eines Wagens zu verzögern, damit die Weichen zwischen diesem und dem vorangegangenen Wagen sicher umgestellt werden können. Ihre Betätigung erfolgt nach dem Gesichtspunkt, daß die Wagen einer Folge um so mehr zu verzögern sind, je unterschiedlicher ihre Laufziele und Gewichte sind und je später ihre Wege sich gabeln.

Ähnlicher Art ist auch der Einfluß der neuen Bremstechnik auf die Gefällanlagen. Ihr Ablaufvorgang ist grundsätzlich gegenüber Flachbahnhöfen (Eselsrückenanlage) dadurch unterschieden, daß die Wagen unbedingt nur geringe Geschwindigkeiten

Abb. 13 und **14**. Verschiebeanlage mit Gleisbremse.

a ungebremster Gutläufer	bei normaler Temperatur	*e* ungebremster Schlechtläufer	bei tiefer Temperatur
b „ „	„ tiefer „	*f* vorgebremster Gutläufer	„ „ „
c „ Schlechtläufer	bei normaler „	*g* „ „	„ normaler „
d vorgebremster Gutläufer	bei tiefer „	*h* „ „	„ „ „

haben dürfen. Das setzt geringe Neigung der Zerlegezone, was die starke Witterungsempfindlichkeit der Anlage bedingt, und ständige Bremsbeeinflussung voraus, was hohen Personalaufwand erforderlich macht. Die letzte Forderung ist durch den Einbau einer Gleisbremsanlage (Talbremse und Zulaufbremse zur Fernsteuerung des zulaufenden Zuges) selbst bei Zwischenschaltung einer Steilrampe unbedingt sicher zu erfüllen; hierdurch entfallen die Mängel, wie unverhältnismäßig hoher Personalbedarf und Wetterempfindlichkeit. Wegen des Gefälles der Sammelgleise können die Abläufe eine gleichbleibende Laufweite haben — um zu Gruppen gesammelt, sodann abgelassen zu werden —, wodurch bei Abbremsung auf dieses feste Laufziel sich die Laufzeiten zwangläufig einander angleichen und sich ein Ausgleich der Δt-Werte ergibt. Infolge der durch die kleinen Laufzeit-Unterschiede bedingten geringen Zerlegezeit und des durch die Neigung der Sammelgleise bewirkten Verschwindens der Beidrückzeiten sind die Gefällanlagen in dieser verbesserten Form zu besonders großen Leistungen befähigt.

Wie verhält es sich nun mit der wirtschaftlichen Seite der neuen Bremstechnik? Die sächlichen Kosten der Hemmschuhbremsung betragen für 1000 Wagen rd. 20 ℳ, worin sich die Mehrkosten der Gleisunterhaltung und Ergänzung zu den eigentlichen Hemmschuhkosten wie etwa 3 : 1 verhalten und für die Gleiszone der Hemmschuhbremsung der dreifache normale Aufwand für Gleisunterhaltung eingesetzt ist. Zugrunde gelegt ist eine Normalanlage von rd. 30 Gleisen. Für die Bremsung mit Gleisbremsen stellen sich die reinen Betriebskosten für 1000 Wagen auf 8 ℳ, wovon die Stromkosten rd. 60 vH ausmachen. Hinzu treten an Kapitalkosten rd. 9000 ℳ/Jahr bei üblicher Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals, in das außer den Kosten der Bremsanlage auch die der Fundamente und des Bremsstellwerks mit eingerechnet sind. Eine Gegenüberstellung der Kosten ergibt bei der üblichen Leistung der heutigen Anlagen (Flachbahn-

hof mit 2400 Wagen täglich) ihre Gleichheit; der **Gleisbremsenbetrieb ist sonach nicht teurer als der Hemmschuhbetrieb.** Welche unmittelbaren Ersparnisse bringen diese Vorteile? Das Verschieben eines Wagens kostet 1,65 ℳ[1]), worin die Betriebskosten 45 vH, die Wagenkosten 15 vH, die Kapitalkosten 33 vH und die Verwaltungskosten 7 vH ausmachen; in den Betriebskosten haben die Personal- und Lokomotivkosten den Hauptanteil. Würden infolge Leistungssteigerung Verschiebearbeiten von andern Bahnhöfen mit übernommen, so kommen dort die Betriebskosten mit 0,75 ℳ in Wegfall; da der Mehranfall ohne erhöhten Kostenaufwand mit geleistet wird, ergibt dies auf einen Wagen eine Ersparnis von 0,60 ℳ, wenn 20 vH der Verhältnisse wegen als weiterbestehende Kosten angesehen werden.

Die weiter oben gemachten Ausführungen erweisen, daß durch den Einbau der Bremsanlage infolge Wegfalls der Beidrückzeiten mindestens eine Leistungssteigerung von ⅓ erzielt werden kann. Sonach betragen die unmittelbaren Ersparnisse in einem Jahr (300 Arbeitstage) durch Mehrleistung $\frac{1}{3} \cdot 2400 \cdot 300 \cdot 0{,}6 = 144\,000$ ℳ.

2) Infolge Bremsung der Wagen auf Laufziel fallen die Auflaufschäden weg; sie können für den ablaufenden Wagen mit 7 ₰ angesetzt werden; sie setzen sich zusammen aus den Schadenkosten an Wagen und Ladung sowie Überführungskosten der auszubessernden Wagen. Es sind hier nur die wirklich festgestellten Schäden erfaßt, die unsichtbaren Schäden usw. und die Überbeanspruchung durch den Hemmschuh-Auflaufstoß sind hierbei unberücksichtigt geblieben. Die Ersparnisse hierfür betragen $(2400 + \frac{1}{3} \cdot 2400) \cdot 300 \cdot 0{,}07 = 66\,000$ ℳ.

3) Aus dem gleichen Grunde vermindert sich der Personalbedarf. Der Hemmschuhbetrieb braucht im Mittel auf 2,5 Gleise einen Hemmschuhleger; bei Gleisen sonach 20 Mann; ihre Zahl kann auf höchstens 5 Sicherheitsposten vermindert werden; desgleichen fallen bei Gruppenablauf die die Handbremsen bedienenden Leute weg; im Mittel zwei Mann. Personalersparnis sonach $(12 - 5) + 2 = 9$ Mann pro Schicht, wovon noch einer als Bremswärter in Abzug zu bringen ist; mithin an Kostenwegfall $8 \cdot 2{,}5 \cdot 1500 = 30\,000$ ℳ.

Somit betragen die unmittelbaren Ersparnisse rd. 240 000 ℳ für eine heutige Durchschnittanlage nach Einbau einer Bremsanlage und Verbesserung nach den angeführten Gesichtspunkten.

Es steht nach den dynamischen Untersuchungen und nach den sie bestätigenden Betriebserfahrungen außer allem Zweifel, daß Verschiebeanlagen (Gefällanlagen), in denen die notwendige Einheit zwischen Profil-, Gleisplan- und Bremsanlage sichergestellt ist, eine tägliche Leistungsfähigkeit von mehr denn 6000 Wagen zu erzielen vermögen; mithin betrüge die Steigerung gegen die jetzigen Hemmschuhanlagen 50 vH und mehr. Dieser Begriff der Hochleistungsanlage gewinnt eine besondere Bedeutung, wenn man ihn unter dem Gesichtspunkt der Betriebs- und Verkehrsentwicklung betrachtet. Die Zugbildung auf einem Verschiebebahnhof ist theoretisch um so günstiger, je stärker der Verkehr ist; je mehr Züge zur Zerlegung ankommen, um so kürzer die Zeit, bis ein neuer Zug gebildet ist, um so eher auch die Möglichkeit, zum Zwecke der Vermeidung weiterer Verschiebearbeiten auf andern Bahnhöfen durchgehende Züge zu bilden (Ferngüterzüge, die ohne Umbildung bis zur Zielstation durchlaufen), um so billiger endlich die Zugbildungskosten. Nach diesem einfachen Gesetz erzeugt also die Steigerung des Verkehrs eine Verringerung der Aufenthaltsdauer der Wagen in den Verschiebebahnhöfen und eine Verringerung der Verschiebearbeiten infolge Bildung durchgehender Züge mit besserer Auslastung sowie eine erhebliche Verbilligung der Kosten der einzelnen Verschiebearbeit. Diese Vorteile des starken Verkehrs konnten seither nicht nutzbar gemacht werden, weil die geringe Verarbeitfähigkeit der Rangierbahnhöfe so starke Verkehrströme nicht bewältigte und diese dementsprechend zerlegte und auf andre Bahnhöfe — die größtenteils aus dieser Aufgabe heraus als sogenannte Randbahnhöfe neu entstanden — verteilt werden mußten. Mit der Möglichkeit des Ausbaues der natürlichen Knotenpunkte zur Hochleistungsanlage von gekennzeichneter Art verlieren die Randbahnhöfe ihre Daseinsberechtigung, die sie nur mangelnder Erkenntnis und zurückgebliebener Bremstechnik verdanken. Zwischen diesen Knotenpunkten — namentlich solchen von Haupterzeugungs- und Hauptabsatzgebieten — würde sich von selbst eine starke Zugförderung herausbilden, bei der der Fernverkehr den Ortsverkehr überwiegen würde. In der großen Aufnahme- und Leistungsfähigkeit solcher Bahnhöfe läge die Möglichkeit, den Fernverkehr elastischer, dehnbarer zu gestalten und ihn bequemer zu überwachen. D wäre unter klarer Herausstellung der Verantwortlichkeit n einer übersichtlichen und zweckvollen Organisation ein techn verbesserter Überwachungs- und Verständigungsapparat für elastischere Handhabung der Zugbildung und Zugförderung schaffen, der sich aus betrieblichen und wirtschaftlichen Grü als notwendig erweist. Die Lösung dieses technischen Aufsi apparates dürfte etwa in der Form von sogenannten Betriebs- Verkehrstafeln zu suchen sein, die die AEG in Verbindung ihrem neuen selbsttätigen Rangierstellwerk baut. Dieses dadurch gekennzeichnet, daß vor Ablauf des Wagens von Gleistaste das Gleis betätigt wird, das den Wagen aufneh soll, wobei der ablaufende Wagen sich alsdann die entspre den Weichen selbst steuert. Der Hauptvorteil liegt neben technisch sicheren Umstellvorgang zwischen den Fahrzeugen der Unabhängigkeit von der Sichtigkeit des Wetters in straffen Durchführung und Überwachung des Verschiebevorga Die Schaltung der Fahrstraße erfolgt nämlich durch Stöpse in der Betriebstafel, die somit jederzeit ein klares Bild über betrieblichen Zustand des Bahnhofes (Gleisbesetzung, Br wagenverteilung usw.) gibt, während die Verkehrstafel d die fehlenden für die Betriebstafel entnommenen Stöpsel die kehrsbewegung, insbesondere das Aufkommen der W (Menge, Herkunft, Ziel usw.) anzeigt.

Wie sich der Übergang von den heutigen Verschiebean beschränkter Leistungsfähigkeit auf Hochleistungsanlagen züglich Zugbildung und Zugförderung auswirkt, soll an ei Ansätzen gezeigt werden, auf eine ausgelastete Hochleist anlage von 6000 Wagen bezogen.

1) Infolge Bildung einer größeren Anzahl von Ferng zügen wird eine Verminderung der Verschiebearbeit erziel auf 33⅓ vH geschätzt werden kann. Die Zahl der Umstellu beträgt, wie eingangs erwähnt, auf 125 km mittlere Förderlänge sie vermindert sich um 0,73 auf 1,45 Umstellungen. Der K wegfall beträgt sonach $300 \cdot 6000 \cdot 0{,}6\ (2{,}18 - 1{,}45) = \sim 790\,0$

2) an Wagenzeitkosten:

a. 0,73 Verschiebungen fallen weg; eine Umstellun fordert im Mittel 8 Stunden, die Stunde zu 3⅓ ₰ an Abschre und Verzinsung der Wagenkosten gerechnet. Ersparnis $300 \cdot 6000 \cdot 0{,}73 \cdot 8 \cdot 0{,}003 = \sim 300\,000$ ℳ.

b. infolge vermehrter und schnellerer Zugbildung ver sich die Aufenthaltsdauer um 2 Stunden: $300 \cdot 6000 \cdot 2 \cdot 0{,}0$ 120 000 ℳ.

3) an Zugförderungskosten:

Die mittlere Güterzugstärke beträgt 80 Achsen; die können infolge vermehrter Verschiebeleistung stärker ausge werden; schätzungsweise um 15 vH. Es werden also mit der Anzahl von Güterzügen 900 Wagen mehr befördert. Da di förderungskosten bis zu einer Mehrauslastung der Normal von ¼ nahezu unverändert bleiben, können die durch die auslastung bedingten Ersparnisse an Beförderungskosten g gesetzt werden denen von $900/4 = 225$ Wagen. Die ers Förderkosten berechnen sich bei einem mittleren Wagen gewicht von 15 t, einer Förderlänge von 125 km und Kostensatz von ⅔ Pfennig für das Bruttotonnenkilomet $300 \cdot 225 \cdot 15 \cdot 125 \cdot 0{,}0066 = 850\,000$ ℳ. Gesamtersparnisse rd. 2 Millionen Mark.

Die Frage der Zugbildung und Verschiebeleistung nicht in allen Ländern dieselbe Rolle. Im Gegensatz zu De land ist sie z. B. für England und Holland mit ihren einf klaren verkehrsgeographischen Verhältnissen, ihrem artigen Verkehr von meist gleicher Stärke und fester Umgre nicht so brennend. In Deutschland dagegen, mit seiner wickelten und sich kreuzenden Verkehrsbeziehungen und konzentrischer Zusammenballung in räumlich begrenzten Ge ist die Frage der Zugbildung und der Leistungsfähigke Verschiebebahnhöfe eine Lebensfrage der Eisenbahn, weil all diesem noch die Vielheit der Bahnhöfe hinzukommt, g zeichnet durch den ungenügenden Verschiebe-Stammbahnh seinen Randbahnhöfen, die die Verkehrsströme erneut u organisch unterteilen.

In Richtung solcher Intensivierungsbestrebungen be sich auch die Eisenbahn-Maschinentechniker mit ihren te planten, teils in der Verwirklichung begriffenen Arbeiten Einführung schwererer Zuglokomotiven, Großraumgüter Kunze-Knorr-Bremse und Übergang vom Gleit- zum Rolle beim Wagenpark, ohne sich des Zusammenhanges mit der schiebeproblem genau bewußt zu werden, dessen Lösung en die Voraussetzung der Verwirklichung ihrer Pläne bilde aber ihre wirtschaftlichen Folgen überhaupt erst zur Ausw kommen läßt. [B 4

[1]) Die Zahlen fußen auf den Untersuchungen von Reg.-Baurat Dr. Kümmel; Sonderabdruck aus Archiv für Eisenbahnwesen „Die Betriebskosten der Verschiebebahnhöfe“ und Verkehrstechnische Woche Sonderausgabe „Verschiebebahnhöfe“ Heft 458 (1923) S. 342.

Die betriebswissenschaftliche Untersuchung der Verschiebebahnhöfe.

Von Ingenieur W. Simon-Thomas, Abteilungsvorstand bei den Niederländischen Eisenbahnen, Utrecht.

Die betriebswissenschaftliche Aufsicht über das Verschiebewesen war bis jetzt vielfach mangelhaft; nur die graphische Darstellung wird auch hier die richtige Unterlage verschaffen.

Unter dem Druck der zunehmenden Unwirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebes wird man in ganz Europa gezwungen sein, die Ausgaben bis auf das äußerste einzuschränken. mehr als die Hälfte hiervon machen die Personalkosten aus. Es also auf der Hand, auch diese Ausgaben soviel wie möglich bauen. Dazu soll man sich aber genau die Leistungsfähig- des Personals klarmachen, um an der Hand von Zeitstudien einer scharfen Organisation zu der wirtschaftlichsten Be- sweise zu gelangen. Diese Arbeit- und Zeitstudien haben eutschland schon Dr.-Ing. Adelbert Baumann in Karlsruhe Dr.-Ing. Gottschalk in Berlin angewendet. Auch in Hol- wurde in dieser Beziehung manche Arbeit geleistet. Es ist notwendig, daß auf diesem Gebiete weiter fortgeschritten wird. Verschiebebahnhöfe bilden in erster Linie hierzu ein gutes . Sie sind es, die nur Geld kosten und niemals Geld ein- gen. Bei ihnen betragen die Personalkosten 70 bis 80 vH Gesamtkosten, und die Verschiebeausgaben belaufen sich im en auf nahezu ein Drittel der Gesamtausgaben der Eisen- en. Zur Verbilligung des Eisenbahnbetriebes soll man also rster Stelle das Verschiebewesen verbessern.

Glücklicherweise sind die Verschiebebahnhöfe, besonders neugebauten, planmäßig angelegten Bahnhöfe am leich- n zu untersuchen. Die Organisation des Betriebes ist meist ch; denn die zu leistenden Verschiebebewegungen sind fast r dieselben und unterscheiden sich nur nach den Ent- ngen, über die sie sich erstrecken, und nach der Zahl der en, die jedesmal zu verschieben sind. Dazu kommt die Ver- rung des Ablaufbetriebes und die Organisation der verwal- stechnischen und andern Betriebsvorgänge. Wenn wir lne Ausnahmen ausschalten, kann man fast sagen, daß das Verschiebewesen sich um die Arbeit der Verschiebelokomo- dreht. Verfolgt man diese Arbeit genau, dann bekommt nicht nur ein richtiges Bild des Verschiebebetriebes, sondern eine Übersicht des dazu notwendigen Personalaufwandes.

Die Untersuchungen an schon vorhandenen Bahnhöfen sind ltnismäßig einfach. Man braucht nur an einigen Arbeits- die verschiedenen einzelnen Vorgänge genau zu be- aten und die gemachten Beobachtungen graphisch darzu- n. An der Hand solcher graphischen Darstellungen bekommt sofort ein klares Bild des ganzen Betriebes. Man erkennt rbeitsleistungen der verschiedenen Lokomotiven und kann n, an welchen Stellen an Maschinen und an Personal zu n ist. Man sieht sofort, an welcher Stelle und in welchem Personal verstärkt oder zurückgenommen werden muß; zu er Zeit der Bahnhof noch schwach belastet ist; bei welchen lvorgängen Zeit zu sparen sein würde und welche Ver- rungen dafür nötig sind; auf welche Weise die kürzesten numläufe erreicht werden können; wie der Fahrplan ver- rt werden soll; wie durch Änderungen der Zugbildungsvor- ten der Verschiebebetrieb vereinfacht und die Leistungs- keit des Bahnhofs erhöht werden kann, damit Betriebs- erigkeiten und -stockungen vorgebeugt wird.

Eine genaue Beachtung jedes Vorgangs für sich wird es mal ermöglichen, den Arbeitsvorgang im ganzen zu ver- chen und seine Dauer zu verkürzen. Schon das Zerlegen Züge und die vorbereitenden Arbeiten nach der Einfahrt n Bahnhof bereiten große Schwierigkeiten, und ihre rich- Einteilung erfordert klare Überlegung. Man hat sich bisher r Regel mit der Angabe begnügt, daß die Einteilung des für das Zerlegen 8 bis 12 min dauert. Das trifft aber swegs zu. Die Zeit, die man zum Einteilen braucht, ist in Linie abhängig von der Lage und der Verkehrsaufgabe etreffenden Bahnhofes.

Ist der Bahnhof nur Zugumbildungsstelle für Züge von der kreuzenden und berührenden Linien, so wird es in den en Fällen möglich sein, die Züge nach den Beklebezetteln rlegen. Die Einteilung ist dann einfach und kann manch- och während des Abdrückens stattfinden. In Hallsberg — Kreuzungsbahnhof der Linien Stockholm-Göteborg und -Krylbo — sah der Verfasser, wie auf diese Weise ein on 70 Wagen trotz durchgehender Güterzugbremse binnen acht Minuten nach der Einfahrt zerlegt wurde.

Etwas schwieriger ist es, wenn die Bestimmungsstation eines Wagens über mehrere Wege zu erreichen ist, wie es zum Beispiel in Deutschland häufig vorkommt. Die Wahl des Weges ist dem Verfrachter nach der Frachtbriefvorschrift vorbehalten. Also wird nur der Frachtbrief zur Bestimmung des richtigen Weges und damit des betreffenden Richtungsgleises ausschlaggebend sein. Auf den Verschiebebahnhöfen, z. B. in Mannheim und Karlsruhe, geht dann der Zugeinteiler mit dem Bündel Frachtbriefe den Zug entlang und schreibt nach den Angaben des Absenders die Nummer des Richtungsgleises an den Wagen. Es liegt auf der Hand, daß man unter diesen Umständen mehr Zeit braucht, als wenn die Einteilung lediglich nach Beklebezetteln erfolgt.

Ganz anders wird es aber, wenn dem Verschiebebahnhof in der Nähe einer großen Stadt oder eines Hafens nicht nur die Umbildung von Zügen, sondern auch die Bedienung mehrerer Ortsgüterbahnhöfe, Hafenzungen und Anschlußgleise zugewiesen ist. Dann wird den Frachtbriefen nicht nur zu entnehmen sein, nach welchem Ortsgüterbahnhof bzw. Richtungsgleis der Wagen abgelassen werden soll, sondern es soll auch bestimmt werden, an welchen Privatschuppen, welches Entladegleis und welche Kaizunge oder sogar an welchen Dampfer der Wagen gestellt werden soll. Diese genaue Einteilung hat zweckmäßig schon auf dem Verschiebebahnhof stattzufinden, da eben auf diesem Bahnhof die Frachtbriefe und Wagen noch alle zusammen sind. Denn wenn die Züge zerlegt werden, werden die Frachtbriefe durch Eilboten zu den entsprechenden Güterabfertigungsstellen gebracht. Die Wagen aber werden in Nahgüterzügen den Ortsbahnhöfen, Bezirkshafenbahnhöfen usw. zugeführt und nach Ankunft daselbst sofort nach neuen Beklebezetteln ausrangiert und bereitgestellt.

Diese eingehende Einteilung wird selbstverständlich nur von Beamten gemacht werden können, die ständig

Abb. 1. Entwurf eines Verschiebebahnhofs.

A_1, A_2, A'_2 Ausfahrtgruppe, D durchgehende Gruppenzüge, E Einfahrtgruppe, G geschlossene Züge, P Packwagengleise, R_1, R_2, R'_2 Richtungsgruppe, S_1, S_2, S_3 Stationsgruppe, U Umladehalle, V Verkehrsgleis für Lokomotiven, W Wagenwäsche, *l m n k* Kreuzungsweiche, *f g h o a b c d* Sammelgleise.

mit den Empfängern in Verbindung stehen (telephonisch) und genau Bescheid wissen, wo die Empfänger die ihnen zurollenden Wagen zu entladen wünschen. Man unterteilt vorteilhaft der Zeitersparnis wegen in zwei Handlungen; denn wenn die Züge schon vor dem Ablauf über dem Hauptrücken eingehend eingeteilt werden würden, würde zuviel Zeit verlorengehen, und diese Verzögerung würde sich besonders im Winter höchst unangenehm fühlbar machen. Also wird der betreffende Beamte erst die Wagen nach den Richtungsgleisen einteilen, wobei für jeden Ortsgüterbahnhof, Bezirkshafenbahnhof, Anschlußgleisgruppe usw. ein bestimmtes Richtungsgleis vorgesehen ist. Diese Einteilung macht man am schnellsten auf dem vom Zugführer eingereichten Güterwagenzettel. Nach Versuchen des Verfassers nimmt dieser Vorgang an Zügen von 60 Wagen etwa 10 min in Anspruch. Sobald diese erste Einteilung erledigt ist, wird einer der Güterwagenzettel nach der Einfahrtgruppe zurückgebracht, wo am Zuge die Wagen von einem Beamten für die Richtungsgleise beschrieben werden. Das Hin- und Herbringen der Güterwagenzettel und der Frachtbriefe nebst der Einteilung des Zuges dauert an einem Zuge von 60 Wagen, wie vom Verfasser geprüft, rd. 25 min.

Die Feineinteilung wird von einem zweiten Beamten gemacht, der auf einem Doppel des Güterwagenzettels Namen und Nummern des entsprechenden Entladegleises hinter der Wagennummer angibt. Diese Angaben werden auf neue Beklebezettel geschrieben, und die Wagen werden mit diesen Zetteln beklebt, während sie in der Richtungsgruppe verweilen. Falls die Wagen in dieser Gruppe immer längere Zeit gesammelt werden, wird der zweite Einteilungsvorgang ohne Zeitverlust am besten dort vorgenommen werden können, und schließlich werden die Wagen genau bezettelt dem Entladebahnhof zugeführt.

Es wird nun einleuchten, daß nur eine graphische Darstellung des ganzen Einteilungs- und Zusammenstellungsvorganges eine genaue Angabe über Zahl und Arbeit des erforderlichen Personals ermöglicht. Für den in Abb. 1 dargestellten Verschiebebahnhof ist eine solche für Zerlegung nach eingehender Einteilung und nach den Beklebezetteln in Abb. 2 gegeben.

Die Zahl der Beamten, die man weiter am Verschiebeberg braucht, soll auch genau nachgeprüft werden. Eng damit hängt die Einrichtung der Verständigung mit den Stellwerkwärt und Hemmschuhlegern zusammen. Von mehreren Verfahren wohl das Zettelverfahren und die Kreideanschrift die am mei angewendeten. Ohne nähere Prüfung dieser Frage soll kurz erwähnt werden, daß das gewählte Verfahren bei Tag, Nacht und bei Nebel gleich gut brauchbar sein soll. Für seitig angelegte Bahnhöfe mit ziemlich vielen Richtungsglei die beim Zerlegen eines Zuges nie alle in Frage kommen, das Zettelverfahren unbedingt vorteilhaft sein.

Auch die Anwendung des neu erfundenen und zurzeit Ausstellungspark Seddin vorgeführten Bremsmittels, näm der gewichtautomatischen Gleisbremse, System Thyssenhü bei der die Bremser und ein Teil der Hemmschuhleger au schaltet werden, beeinflußt den Personalaufwand.

Aber nicht nur die bereits vorhandenen Bahnhöfe derartig zu prüfen, sondern die Ergebnisse der Untersuchur sollen auch beim Entwurf neuer Anlagen eingehend ber sichtigt werden. Sobald Lage und Aufgaben eines neu zu bauenden Verschiebebahnhofes feststehen, soll man sich Ur lagen über die wahrscheinliche tägliche Umlaufzahl der Wa und der Richtungen verschaffen, nach denen die Züge zer werden sollen. An der Hand dieser Angaben und eines ge ausgearbeiteten und auf den Zugbildungvorschriften gestüt Betriebsplanes wird es möglich sein, auch für diese Bahn entwürfe die graphischen Darstellungen aufzutragen. braucht man hierzu erst recht die betriebswissenschaftli Studien. Der Zerlegungsvorgang bleibt nahezu wie oben gedeutet. Das Zusammensetzen der Züge und ihre Überführ nach den Ausfahrtgruppen macht aber mehr Schwierigkei Jedoch liegen auch für diese Vorgänge schon brauchbare gaben vor. Dr.-Ing. Baumann hat nicht nur den Weg gezeig[1] sondern es hat sich auch herausgestellt, daß die Baumannsc Formeln richtig sind. Werden an der Hand dieser Formeln den geplanten Bahnhof alle Verschiebevorgänge gemäß den Z bildungsvorschriften ausgerechnet und graphisch aufgetra dann bekommt man eine Darstellung, wie sie in Abb. 2 gegeben ist. Mit dieser Hilfszeichnung wird nun für den gan Fahrplan die graphische Darstellung der Zerlegungs-, Zu sammenstellungs- und Überführungsvorgän ausgearbeitet.

[1] vergl. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1922.

Abb. 2. Graphische Darstellung des Einteilungs-, Zusammenstellungs- und Überführungsvorgangs.

Die Zahlen bedeuten die Verschiebezeiten in min von Zügen mit 50 Wagen oder von geschlossene und Gruppenzügen mit 60 Wagen, Gleichzeitig ist die Länge der wagerechten Strecke ein Maß fü die jeweils gebrauchte Zeit.

Einlaufende Züge

Auslaufende Züge

Abb. 3. Teil einer graphischen Darstellung des Verschiebevorganges auf einem großen Verschiebebahnhof.

Die Abb. 2 und 3 zeigen das Ergebnis einer solchen Unter-
…ung an einem Bahnhofentwurf, dessen Anlage in Abb. 1 …atisch dargestellt ist. Abb. 3 gibt einen Teil der graphi… Darstellung des 24-stündigen Betriebes der Zeit von …r nachts bis 5 Uhr morgens. Man ersieht sofort, wann … Zerlegen eine zweite Maschine eingesetzt werden soll. … zur Erledigung vorbereitender Arbeiten braucht man teil… einen zweiten Einteiler, damit die Züge nicht nutzlos …stehen und der ganze Betriebsvorgang ohne Verzögerung …spielt.

…Bei der Zusammenstellung der Züge und ihrer Über…ng nach den Ausfahrgruppen stellt sich aber die Frage …ann mit der Zusammenstellung angefangen werden soll. … Frage wird hauptsächlich von der Betriebsstärke bedingt. …r Betrieb dermaßen stark, daß die in den Richtungsgleisen …melten Wagen zur Vermeidung von Platzmangel sobald …öglich und unabhängig von den Abfahrtzeiten in Zügen …et nach den Ausfahrtgruppen übergeführt werden müssen, … wird dieses Moment von der Wagenzahl je Gleis be…mt. Ist der Betrieb aber nicht so stark, so wird es vorteil… ein, die Wagen so lange wie möglich in den Richtungs…a zu sammeln, damit die kürzesten Wagenumläufe erreicht …. In diesem Fall also ist die fahrplanmäßige Abfahrtzeit …üge maßgebend, und man muß bei der Aufstellung der …bilder von den Abfahrzeiten ausgehen. Die graphische …llung der Abb. 3 ist auf diese Weise nach der Hilfszeich… (Abb. 1) aufgetragen. Wenn man diese Zeichnung genau …ieht, wird man sofort merken, daß die Abfahrtzeit manches … geändert werden könnte. Alle schrägen Linien bedeuten …itverluste, die zu einer Umänderung des Fahrplans Anlaß … müssen.

Weiter leuchtet es sofort ein, daß eine derartige graphische Darstellung eine genaue Übersicht über die Leistung des Bahnhofes in allen seinen Gliedern gibt. Am wichtigsten aber ist wohl, daß man auch sofort Klarheit bekommt über die Richtigkeit des Bahnhofsentwurfs. So kam der Verfasser nach solchen Untersuchungen an dem Entwurf des Bahnhofs gemäß Abb. 1 zu dem Ergebnis, daß der Bahnhof, der anfangs mit zwei Stationsgruppen geplant war, wegen der großen Zahl der häufig zu verschiebenden Nahgüterzüge für die Zugzusammenstellung nicht genügend leistungsfähig war. Eine dritte Stationsgruppe mußte, wie Abb. 3 zeigt, unbedingt hinzugefügt werden. Man kam so zu einer Anlage, wie sie Abb. 1 wiedergibt. Dabei soll die Gruppe S_3 von beiden Teilen der Richtungsgruppe, also von R_1 und R_2 aus zugänglich sein, damit diese Gruppe für Züge nach beiden Ausfahrtgruppen A_1 und A_2 herangezogen werden kann. Weiter stellte sich heraus, daß die anfangs geplante Lage der Richtungsgleise zueinander nicht ganz richtig war. Alle diese Fehler konnten durch einfache Untersuchungen an Hand der Zugbildungsvorschriften klargelegt werden.

Die Fehler des ersten Entwurfes, die durch diese Untersuchungen gefunden wurden, haben die Überzeugung gegeben, daß es notwendig ist, jeden Bahnhofsentwurf auch nach den Zugbildungsvorschriften eingehend zu prüfen. Diese Überzeugung führt aber ebenso zu der Erkenntnis, daß es unbedingt erforderlich ist, auch bestehende Bahnhöfe auf diese Weise zu untersuchen, wenn man die Gewähr haben will, daß der Bahnhof mit einem Mindestmaß an Personal und Lokomotiven arbeitet.

Nicht nur ist es eine Notwendigkeit, die Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit unserer Verschiebebahnhöfe genau zu überwachen, sondern derartige Untersuchungen werden auch die Unterlagen zum Abbau der Selbstkosten verschaffen. [B 569]

Neuere Ziele der Bewirtschaftung des deutschen Oberbaues.

Von Geh. Baurat Kurth, Ministerialrat im Reichsverkehrsministerium, Berlin.

Erörterung über die zweckmäßigsten Baustoffe und über die Maßnahmen zur Erhaltung und Ausbesserung des Oberbaues.

Anlagekosten, Unterhaltung, Lebensdauer.

Die Gleiswirtschaft beruht im Grunde genommen darauf, die Schienenwege so auszustatten, daß mit einem Mindestaufwand an Anlagekosten ein Höchstmaß an Dauerhaftigkeit erreicht wird. Nun gilt, wie im gewöhnlichen Leben, so auch in der Gleiswirtschaft der Grundsatz, daß die Anlagen um so länger verwendbar bleiben, je vollkommener sie von vornherein ausgestattet werden. Das Teuerste ist also im allgemeinen auch das Billigste, unter der selbstverständlichen Voraussetzung ordnungsmäßiger Behandlung beim Gebrauch.

Jeder Mehraufwand an Anlagekosten muß demnach durch entsprechenden Minderaufwand an Betriebskosten ausgeglichen werden. Dieser Minderaufwand muß sich also ausdrücken entweder durch Ersparnisse an laufender Unterhaltung oder durch zeitliche Hinausschiebung der Erneuerung. Nun bedingt es die Eigenart des Eisenbahnbetriebes, daß auch bei tadelloser Beschaffenheit der Gleisanlagen mit Rücksicht auf die Erfordernisse des Betriebes und Verkehrs, namentlich ihrer zeitlich wiederkehrenden Schwankungen, bei den Bahnunterhaltungsstellen für die verschiedenen Dienstzweige eine gewisse Zahl dafür ausgebildeter Arbeitskräfte gehalten werden muß, so daß der Personalstand für die eigentliche Bahnunterhaltung nur in beschränktem Maße verringert werden kann. Auch die Lebensdauer des Oberbaues kann im allgemeinen nicht über ein gewisses Maß hinaus verlängert werden. Bei den Holzschwellen, die in der Gleiswirtschaft eine bedeutende Rolle spielen, kann zwar der mechanischen Zerstörung unter den Fahrschienen durch besonders günstig ausgebildete Schienenbefestigungsarten entgegengewirkt werden. Trotzdem wird aber die Lebensdauer der hölzernen Schwellen begrenzt bleiben müssen, weil sie letzten Endes durch Fäulnis, also mehr oder weniger unabhängig von der Beschaffenheit des eisernen Gleisgestänges, zugrundegehen. Die Lebensdauer der Holzschwellen kann daher durch Mehraufwendungen für das eiserne Gestänge nur in beschränktem Umfange erhöht werden. Auch die der eisernen Schwellen läßt sich nur in begrenztem Maße verlängern, weil selbst die bestausgebildeten Schwellen dem Rost so große Angriffsflächen bieten, daß sie im Verlauf einer bestimmten Zeit durch Abrosten zerstört werden. Ebensowenig kann das Kleineisen über eine begrenzte Zeitdauer hinaus verwendbar erhalten werden.

Es muß deshalb bei Gleisverstärkungen und bei Verbesserungen bestehender Anordnungen darauf geachtet werden, daß die Vorteile der Verstärkungen und Neuerungen nicht etwa durch gesteigerte Anschaffungskosten zu teuer erkauft werden. Anderseits dürfen Mehraufwendungen nicht davon abhalten, als unzweckmäßig erkannte Gleisanordnungen durch technisch vollkommenere zu ersetzen, wenn dauernde wirtschaftliche Vorteile nachgewiesen werden. Hierin das Richtige zu treffen, bleibt die vornehmste Aufgabe des Gleistechnikers. Sein Augenmerk muß stets darauf gerichtet sein, Verbesserungen und Vervollkommnungen der Gleisanordnungen soweit wie irgend möglich unter Vermeidung von Mehrkosten oder wenigstens mit einem Mindestmaß höherer Kosten herbeizuführen.

Gestaltung und Ausführung.

Daß dieses Ziel wohl erreichbar ist, zeigt die Entwicklung des Gleiskonstruktionswesens in den letzten Jahren. Die Verbesserung des preußischen Holzschwellen-Oberbaues durch Hakenplatten mit engerem Haken sowie durch günstiger geformte Keilklemmplatten und Schwellenschrauben mit kräftigerem Gewinde konnte ohne Mehrkosten durchgeführt werden. Ebenso sind bei der kürzlich erfolgten Einführung kräftigerer und daher haltbarerer eiserner Schwellen an Stelle der bisher verwendeten eisernen Rippenschwellen Mehrkosten dadurch vermieden worden, daß die Abstände der Schwellen um ein geringes, die Tragfähigkeit der Gesamtanordnung nicht beeinträchtigendes Maß (2 cm) vergrößert worden sind.

Auch der vor der Einführung stehende neue Reichsbahn-Oberbau auf eisernen Schwellen ist so ausgebildet, daß er sich in den Anlagekosten nicht teurer stellt, als jetzt bestehende im Preise gleichwertige Oberbauformen. Trotzdem ist er tragfähiger (bis 12,5 t/Rad) als die entsprechenden älteren Formen.

Voraussichtlich noch in diesem Jahre werden auch die Drehstuhlweichen preußischer Bauart wichtige Veränderungen erfahren, durch die ihre Dauerhaftigkeit ohne besondere M kosten nicht unbeträchtlich erhöht werden wird.

Zu der wichtigen Grundforderung einer verständigen G wirtschaft, die Gleisanlagen so billig, aber auch so dauer wie nur irgend möglich auszuführen, kommt noch die wei schon bei der Konstruktion der Gleisstoffe zu beachtende gabe, die Teile so auszubilden, daß sie in möglichst gro Umfange durch Aufarbeitung wieder verwendbar hergeri werden können, wenn sie infolge übermäßigen Verschleißes gebaut werden müssen. So sind Laschen, Klemmplatten andre ähnliche Teile von vornherein so zu bemessen, daß nachgepreßt werden können, wenn sie durch Abnutzung di forderliche Spannwirkung verloren haben oder mit den gehörigen Befestigungsteilen nicht mehr schlüssig zusam passen.

Auch bei der bevorstehenden Verbesserung der Drehs weichen preußischer Bauart ist auf diesen Umstand weitgeh Rücksicht genommen worden. Gebogene Drehstuhlzungen, seitlich bis zur zulässigen Grenze abgefahren sind, könner der jetzigen Regelausführung nur zum geringen Teil für Wei mit schwächerem Zungenprofil hergerichtet werden. Alle gen derart abgefahrenen Zungen haben nur noch Schrot Dagegen können seitlich abgefahrene preußische Federzu mit geringen Mitteln durch Behobeln und entsprechendes schieben nach der Gleismitte zu für die weitere Verwendung gerichtet werden. Dieser Vorzug ist auch für die verbess Drehstuhlzungen dadurch gesichert worden, daß sie nach licher Abnutzung ohne jede Schwierigkeit für sich allein gehobelt und mittels entsprechender Blecheinlagen nach der mitte zu verschoben werden können. Wie wertvoll in wirts licher Hinsicht diese Möglichkeit ist, erhellt daraus, daß in reich der Gruppe Preußen alljährlich Tausende von Drehs weichen ausgebaut werden müssen, weil sie seitlich bis zu lässigen Grenze abgefahren sind.

Zu diesen dem Gleisbauer in erster Linie obli den Aufgaben treten noch weitere gleichwichtige. Er mu für sorgen, daß die das Gleisgestänge bildenden Bauteile in den gestellten Anforderungen entsprechender Beschaffenhei liefert und mit Sachkenntnis und Sorgfalt zusammeng werden. Weiter muß er dafür sorgen, daß die Gleise plan gepflegt und daß alle Bauteile bei der Auswechselung i Verschleißes sorgfältig gesammelt und gesichtet sowie in lichst großem Umfange auf einfachste und billigste Weise w hergestellt und der Gleisunterhaltung erneut zugeführt w Schließlich muß er durch ständige Überwachung des Verbr an Gleisbaustoffen sich über den Umfang und die Ursache Abganges an Stoffen unterrichtet halten und hiernach, je dem Mängel der Konstruktion oder der Gleispflege festg werden, seine Maßnahmen treffen.

Unterweisung des Personals.

Eine möglichst vollkommene Ausnutzung der Gleis kann nur erreicht werden, wenn alle mit der Stoffbescha sowie der Herstellung und Pflege der Gleise betrauten Be genau wissen, welche Aufgaben die einzelnen Gleisb zu erfüllen haben, wie sie zusammenwirken und wie ihre samkeit am längsten erhalten werden kann. Zu dem muß bei allen Beamten von den leitenden und aufsicht den Stellen herab bis zum Rottenarbeiter das Verständni die wirtschaftliche Notwendigkeit und Bedeutung gerade d scheinbarsten Kleinarbeiten im Gleisbau und in der Gleis haltung geweckt und durch fortlaufende Belehrungen übe fahrungen und technische Fortschritte ständig wach er werden. Solche Belehrungen erfüllen ihren Zweck am wenn sie an Ort und Stelle bei der Ausführung von Ar vorgenommen werden, weil hier die Mängel und die zweck Art ihrer Beseitigung eingehend vor Augen geführt werden Unter Umständen müssen zur Belehrung der Rottenführe Rottenarbeiter besondere, mit den praktischen Fertigkeite vertraute Lehrbahnmeister herangezogen werden. Hand in hiermit muß eine theoretische Unterweisung namentlic Rottenführer gehen, die zweckmäßig in den Wintermona erteilen ist. Als Unterrichtsstoff wird künftig auch das bild und der Film in größerem Umfange zu verwenden weil Ursache und Wirkung den Beteiligten auf diesem W leicht verständlicher Weise am besten klargemacht können. Neben diesen Maßnahmen, die bezwecken, di

ten über die Erfordernisse der neuzeitlichen Gleiswirt-aft aufzuklären und in ihrer Anwendung zu unterweisen, e Notwendigkeit, die erst durch die Folgen des verlorenen ieges die ihr eigentlich schon immer gebührende Bedeutung alten hat, muß natürlich die Frage der Heranbildung eines igneten Nachwuchses, namentlich für die leitenden und be-sichtigenden Stellen, durch planmäßige Ausbildung besonders folgt werden. Denn nur unter der Leitung und Aufsicht prak-h und theoretisch sachlich gründlich vorgebildeter Beamten d in der Gleiswirtschaft künftig das geleistet werden können, s von ihr im Hinblick auf die Not der Zeit verlangt werden ß: Erhaltung des betriebsicheren Zustandes der Gleise bei ingstem Aufwand an sachlichen und persönlichen Leistungen.

Von ähnlicher Bedeutung wie die Persönlichkeitsfrage ist die Gleiswirtschaft auch

die Gerätefrage.

Gut durchgebildete und zweckentsprechende Geräte ersparen und Geld. Schon früher machten sich Bestrebungen bemerk-, auch beim Gleisbau und bei der Bahnunterhaltung die Hand-eit möglichst durch Maschinenarbeit zu ersetzen. Diese Be-bungen hatten aber wenig Erfolg, weil die damals verhältnis-ßig billige Arbeitskraft den Wettbewerb maschineller Einrich-gen nur schwer aufkommen ließ. Erst der in der Kriegs- und gezeit auftretende Mangel an Arbeitskräften und die erhebliche änderung der wirtschaftlichen Verhältnisse ließen die Frage der etzung der Handarbeit durch Maschinenarbeit brennend werden. wurden Versuche mit Gleisstopfmaschinen[1]), Vorrichtungen Bohren von Schwellen, zum Ein- und Ausdrehen von wellenschrauben und andern, die Handarbeit in mehr oder iger großem Umfange ersetzenden Einrichtungen durch-hrt, die vielfach gute Erfolge hatten. Es zeigte sich hier-daß die Maschinenarbeit die Handarbeit an Güte übertrifft mithin die wirtschaftlichen Vorteile nicht allein auf der parnis an Arbeitskräften, sondern auch auf der Ersparnis Stoffen infolge schonenderer und besserer Arbeitsausführung hen. Die Einführung der Maschinenarbeit in der Bahn-rhaltung muß auch künftig dauernd im Auge behalten und, n wirtschaftliche Vorteile hierdurch nachweisbar erreicht wer-soviel wie möglich gefördert werden. Selbstverständlich muß Einführung von zentraler Stelle aus überwacht werden, da-nur wirklich vollkommene und wirtschaftlich arbeitende chinen beschafft werden. Daher muß auch eine Stelle ge-ffen werden, die alle neu angebotenen Maschinen und auch tigen Geräte nach einheitlichen Gesichtspunkten im Betriebe Brauchbarkeit und Wirtschaftlichkeit prüft.

Planmäßige Gleispflege.

Die Wirtschaftlichkeit der Arbeitsausführungen hängt weiter ntlich von den angewendeten Arbeitsverfahren ab. Je nach Eigenart des zu bearbeitenden Gegenstandes mögen sich die hiedenen Verfahren im einzelnen wesentlich voneinander scheiden. Eines müssen sie aber alle, wenn wirtschaft-Vorteile erzielt werden sollen, gemeinsam haben: die Plan-gkeit. Die planmäßige Verteilung und Durchführung der iten in der Bahnunterhaltung auf bestimmte, die betrieb-Belastung und das Alter der Gleise berücksichtigende Zeit-e ist in ihrer vorbeugenden Wirkung wesentlich zur Besse-des Unterhaltungszustandes der Gleise und damit zur ung der Stoffe und Verlängerung ihrer Lebensdauer. Im 1923 ist daher die planmäßige Gleispflege für die Reichs-allgemein vorgeschrieben worden. Der Sinn einer solchen er, eine so gründliche Verbesserung des Zustandes des es zu erreichen, daß es je nach der Betriebsbeanspruchung Abnutzung unbedenklich zwei bis vier und mehr Jahre größere Nacharbeiten im allgemeinen unberührt liegen n kann. Vorbedingung dafür ist, daß dabei alle schad-und verschlissenen Stoffe durch aufgearbeitete, also dem ndenen Verschleiß Rechnung tragende ersetzt werden. Daß dem Zustand des Gleisbettes, des Fundamentes des Gleises, besondere Aufmerksamkeit zugewendet werden muß, ist selbstverständlich, wird aber vielfach nicht genügend be-t, obgleich die schlechte Bettung die Hauptursache der ch mangelhaften Gleislage und der damit unausbleiblich ndenen vorzeitigen Zerstörung der Gleisbaustoffe ist.

Aufarbeitung der Oberbauteile.

Der wirtschaftliche Erfolg der Gleispflege hängt wesent-von der Lösung der Frage der Aufarbeitung oder Wieder-llung der Oberbaustoffe[2]) ab; sie soll daher hier kurz ge-werden. Bei jedem Gleis treten durch die Einwirkungen der Betriebslasten oder durch Witterungseinflüsse Veränderungen auf, die sich durch Lockerung der Gleisbauteile und als Folge hiervon durch Verschleiß an den beanspruchten Flächen bemerkbar machen. Die schädlichen Folgen dieser Veränderungen der Eisenteile suchte man früher durch das Einlegen von schwachen, dem jeweiligen Verschleiß angepaßten Blechzwischenlagen, sogenannten Futterblechen, zu beseitigen. Es hat sich gezeigt, daß dies Verfahren unzweckmäßig ist. Es ist ein Notbehelf und unwirtschaftlich, weil die schwachen Zwischenlagen bald zerstört sind. Neuerdings ist man dazu übergegangen, den verschlissenen Kleineisenteilen durch Aufpressen in erhitztem Zustande in Gesenken eine Form zu geben, die dem Verschleiß Rechnung trägt und mithin wieder einen guten, festen Schluß im Gleisaufbau gewährleistet. Die den einzelnen aufzuarbeitenden Bauteilen zu gebenden Formen sind auf Grund sorgfältiger Messungen mit besonders dafür erdachten, sinnreichen Geräten entwickelt worden. Weiter ist versucht worden, an den Schienenauflagern beschädigte eiserne Schwellen durch Schweißen wieder verwendbar zu machen, und zwar sowohl durch autogenes als auch durch elektrisches Schweißen. Ein Verfahren beschränkte sich darauf, die vorhandenen Risse einfach zuzuschweißen. Nach einem andern Verfahren wurden die Schwellen zerschnitten und durch Zusammenschweißen der noch gut erhaltenen Stücke brauchbare Schwellen hergestellt, die natürlich neu gelocht werden mußten. Weiter wurden Schwellen durch Ausstanzen der zerstörten Schienenauflager aus der Schwellendecke und Einschweißen einer vorbereiteten, mit Lochung versehenen und nach dem Stanzen ausgeglühten Platte wieder brauchbar hergerichtet[3]). Ein Versuch, die Lochränder durch Einschweißen von passenden Preßstücken zu verstärken, ist noch in der Durchführung begriffen. Im allgemeinen hat es sich jedoch gezeigt, daß das Schweißen von Schwellen bei den heutigen Preisen für Neustoffe und Schrott nicht wirtschaftlich ist. Es ist jedoch geboten, alle Anregungen auf diesem Gebiet aufmerksam und namentlich nach der wirtschaftlichen Seite hin zu verfolgen. Endlich sei noch erwähnt, daß auch Schrauben nach Kürzen und Stauchen durch Nachschneiden des Gewindes wiederhergerichtet werden.

Die vorstehenden Andeutungen mögen genügen, um zu zeigen, welche große Bedeutung die Verwertung der Altstoffe durch Aufarbeitung für die Wirtschaftlichkeit im Oberbauwesen hat. Vieles, was früher als nicht mehr verwendbar dem Schrot zugeführt wurde, erfüllt heute nach Aufarbeitung noch auf Jahre hinaus seinen Zweck und erspart hierdurch die Beschaffung von Neustoffen.

Behandlung der Holzschwellen.

Außer den eisernen Oberbaustoffen beansprucht auch die Holzschwelle ganz besondere Beachtung. Ihre Lebensdauer durch gute Pflege und sachgemäße Tränkung sowie durch Beseitigung der Folgen der im Betriebe unausbleiblichen mechanischen Zerstörungen nach Möglichkeit zu verlängern, ist schon aus volkswirtschaftlichen Gründen dringend geboten und erspart der Reichsbahn viel Geld. Es muß daher angestrebt werden, die Schwellen gleich auf den Tränkanstalten maschinell zu bohren. Bei zweckmäßiger Einschaltung dieses Vorganges in die zur Vorbereitung der Tränkung nötigen Vorrichtungen würde unzweifelhaft an Arbeitskräften gespart, und die Bohrung würde genauer ausgeführt werden, als es bei der jetzt meistens gebräuchlichen Handbohrung möglich ist. Dann würde aber auch das die Schwellenschraubenlöcher umschließende Holz, in dem sich vielfach zuerst Fäulnisherde zu bilden pflegen, ausgiebiger als bisher getränkt und hierdurch gegen Zerstörung besonders geschützt werden. Es soll nicht verkannt werden, daß die Lösung dieser Aufgabe in Anbetracht der zurzeit gebräuchlichen vielen Formen und der Bedürfnisse der Spurregelung schwierig ist; aus wirtschaftlichen Gründen muß sie jedoch versucht werden. Für den künftigen Reichsbahn-Oberbau auf Holzschwellen muß gefordert werden, die Schienenbefestigung so einzurichten, daß sämtliche Schwellen vor der Tränkung ohne besondere Schwierigkeiten gelocht werden können.

Als gutes Mittel, die durch mechanische Zerstörungen angegriffene Schwelle wieder brauchbar herzurichten, hat sich der Einschlagdübel erwiesen, der neuerdings an Stelle des Schraubdübels[4]) fast allgemein verwendet wird. Er wird an Ort und Stelle ohne Auswechselung der Schwelle eingeschlagen und ist hierdurch bei gleicher Haftfestigkeit wirtschaftlicher als der Schraubdübel, der nur nach Ausbau der Schwelle auf besonderen Arbeitsplätzen eingebaut werden kann. Seit einiger Zeit sind auch Versuche mit einem Pflockdübel im Gange, dessen Einbau ohne besondere Vorbereitung durch Einschlagen in das vor-

[1]) Vergl. Z. Bd 60 (1916) S. 1086; Z. Bd. 66 (1922) S. 1067.
[2]) Vergl. Z. Bd. 62 (1918) S. 263.
[3]) Vergl. Z. Bd. 66 (1922) S. 891.
[4]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 837.

handene, nicht besonders zu bearbeitende Schwellenschraubenloch erfolgt. Anscheinend ist auch dieser Dübel wegen seiner Einfachheit und Billigkeit der Verwendung ein wertvolles Mittel, losen Schwellenschrauben in noch gesundem Holz eine ausreichende Haftfestigkeit wiederzugeben und auch der als Folge der mechanischen Zerstörung auftretenden Fäulnis entgegenzuwirken. Vorwiegend in Bayern sind Weichholzschwellen durch Einschieben von Hartholzplatten unter den Schienenauflagern nicht nur wieder brauchbar gemacht, sondern auch gewissermaßen gehärtet worden. Mit diesem Verfahren, nach dem Erfinder als Rambacher Verfahren bezeichnet, sind gute Erfolge erzielt worden, so daß auch auf andern Strecken Versuche hiermit angestellt worden sind, von deren Ausfall die ausgedehntere Verwendung abhängen wird.

Wegen des für diesen Aufsatz zur Verfügung stehenden beschränkten Raumes hat in vorstehendem nur ein kleiner Teil der im Oberbauwesen gegenwärtig dringenden Aufgaben angedeutet werden können. Die Ausführungen dürften wohl aber schon genügend erkennen lassen, welchen besonders wichtigen Bestandteil die Gleiswirtschaft in geldlicher Hinsicht für das Reichsbahnunternehmen darstellt und wieviel von ihrer sach- und fachgemäß richtigen Führung im einzelnen für eine Erfolgwirtschaft des Unternehmens abhängt. Die Bedeutung der Gleiswirtschaft drückt sich besonders in folgenden Zahlen aus. Nach dem Gesamtwirtschaftsplan der Deutschen Reichsbahn beträgt der Anteil der Ausgaben für den Oberbau:

rd. 11 vH der Gesamtausgaben der Betriebsverwaltung (Betriebsausgaben) und

rd. 85 vH der für die Unterhaltung, Erneuerung und E[r]gänzung der baulichen Anlagen insgesamt vorgesehen[en] Summe.

Die angedeuteten Ziele können aber nur dann errei[cht] werden, wenn der vorhandene Verwaltungsapparat den Erford[er]nissen der Gleiswirtschaft entsprechend leistungsfähig dur[ch]gebildet wird. Zweckentsprechende Vorschläge dafür liegen [den] zuständigen Stellen vor. Ihre Durchführung ist mittlerw[eile] auch mit Rücksicht auf die Durchführung des Sachverständig[en]gutachtens eilig geworden. Es muß sobald wie möglich du[rch] zweckmäßige Verwaltungseinrichtungen dafür gesorgt werd[en], daß die aus den praktischen Erfahrungen heraus entwickel[ten] Richtlinien für die Behandlung der einzelnen Gebiete des Ob[er]bauwesens von allen in Betracht kommenden Stellen verständ[nis]voll beachtet werden. Der Erfolg wird, wie die Erfahrun[gen] lehren, beeinträchtigt, wenn der an und für sich gesunde [Ge]danke einer weitgehenden Dezentralisation von den einzel[nen] Stellen dahin verkannt wird, daß sie, wenn auch vielleicht [in] bester Absicht, glauben, ohne besondere Ermächtigung von [den] gegebenen Richtlinien nach freiem Ermessen abweichen zu dür[fen].

Die Natur des Oberbauwesens erfordert, namentlich [um] alle Erfahrungen allgemein nutzbar zu machen, straffe [Zu]sammenfassung aller Kräfte unter sachverständiger Leitung [so]wohl bei den Bezirksstellen, wie auch bei der Hauptverwaltu[ng]. Diese Stellen, vornehmlich aber die letztere, werden nur d[ann] ihre Aufgaben mit Erfolg lösen können, wenn ihnen ein tüchti[ger] an Zahl ausreichend bemessener Stab von sachverständi[gen] Arbeitskräften zur Verfügung steht. [B 58(]

Elastische Schraubensicherungen im Eisenbahnoberbau.

Die im Eisenbahnoberbau verwendeten Schraubensicherungen haben in der Hauptsache zwei Bedingungen zu erfüllen. Einmal sollen sie die Mutter am selbsttätigen Lösen oder Ablaufen hindern, sodann sollen sie ein elastisches Zwischenglied bilden, das ein selbsttätiges Nachspannen beim Verschleiß der Teile bewirkt.

Um diese Aufgaben zu erfüllen, müssen die Sicherungsmittel mit hoher Federkraft, die auf langem Federwege wirkt, ausgerüstet sein. Im Gebrauch als zweckmäßig haben sich bisher einfache und doppelte Federringe und Spannplatten in starken Abmessungen, also mit hoher Federkraft, erwiesen. Die Abb. 1 bis 4 zeigen solche in Ausführung des Eisenwerkes Voßloh, Werdohl. Am besten genügt der doppelte Federring nach Abb. 2 [d]e[n] Anforderungen. Er bewirkt gleichmäßige Druckverteilung (Abb. 5 u[nd] 6) und besitzt größtes Nachstellvermögen. Der einfache Federring [be]sitzt geringeres Nachstellvermögen und bewirkt ungleichmäßige [Dr]uckverteilung (Abb. 7 und 8). Die Spannplatten weisen schnellstei[ge]nde Spannung bei kurzem Federweg auf. Allen diesen Sicherungen i[st ge]meinsam eine scharfe Schneidkante, die sich nach Art eines Dreh[sta]hls in die sich abdrehende Mutter hineingräbt und so der Bewegung [ei]nen erheblichen Widerstand entgegensetzt. Abb. 9 zeigt die Abhängi[gkeit] von Federhöhe und Federkraft für die verschiedenen Spannmittel. [M 7]

Abb. 1 bis 4. Die gebräuchlichen Schraubensicherungen starker Ausführ[un]g.

Abb. 5. Anordnung des doppelten Federringes.

Abb. 6. Druckverteilung beim doppelten Federring nach Abb. 5.

Abb. 8 [Druck]verte[ilung] bei[m ein]fachen [Feder]ring [nach] A[bb.] 7.

Abb. 7. Anordnung des einfachen Federringes.

Abb. 9. Belastungsdiagramm von Sicherungen starker Abmessung.

Die Kolbendampfmaschinen-Lokomotive mit Kondensation.

Studie nach den Grundsätzen des ortfesten Kolbendampfmaschinenbaues.

Von Oberingenieur Karl Pfaff, Karlsruhe.

An der Hand von Diagrammen wird der Einfluß der Kondensation rechnerisch festgestellt und gezeigt, daß eine Heißdampf-Kondensationslokomotive etwa die doppelte Maschinenleistung hat wie eine Sattdampflokomotive derselben Kesselheizfläche, also desselben Brennstoffverbrauchs.

Wenn Technik gleichbedeutend ist mit Wirtschaftlichkeit, mit Ökonomie der Energie, des Materials, wenn grundsätzlich der Aufwand ein Kleinstwert werden muß, während der Erfolg ein Größtwert werden soll, dann muß der Gedanke des wirtschaftlichen Fortschrittes allein uns veranlassen, die Frage der Verbesserungsmöglichkeit der Wärmewirtschaft auch der Lokomotiv-Kolbendampfmaschine aufzurollen.

Die Gestehungskosten der Wärme, der Preis der Kohle und der Maschine erhöht die Wichtigkeit einer praktisch durchführbaren Lösung, und der Wettbewerb mit der elektrischen Lokomotive, der Motorlokomotive, nicht zuletzt mit der Turbinenlokomotive macht diese Frage für den Lokomotivbau brennend.

Die Lösung der Frage hängt mit der Zuverlässigkeit der rechnerischen Bestimmung des Dampfverbrauches aus dem Dampfdiagramm zusammen, das genau an der Hand der Steuerungsverhältnisse entworfen, der Eigenart der jeweiligen Lokomotiv-Kolbendampfmaschine entspricht.

Fragen, wie Erhöhung des Dampfdruckes, Vergrößerung des Raddruckes, Vereinheitlichung der Bauarten sollen nicht untersucht werden; nur die Fragen, die sich auch beim Studium der Turbinenlokomotive aufdrängen, seien behandelt, nämlich die Fragen: „Kann die bisher mit Auspuff arbeitende Lokomotiv-Kolbendampfmaschine auch mit Kondensation betrieben werden? Um wieviel wird beim Kondensationsbetrieb der spezifische Dampfverbrauch geringer? Wie müssen sich die Dampfdiagramme dabei gestalten und wie lassen sich diese Diagramme mit den Umkehrsteuerungen verwirklichen?“

Daß der spezifische Dampfverbrauch und damit die Wärmewirtschaft der Lokomotiv-Kolbendampfmaschine allein schon durch das Anbringen der Kondensation wesentlich verbessert werden kann, wird sowohl an Lokomotiven mit einstufiger wie auch mit zweistufiger Dampfdehnung nachgewiesen werden. Wie sich die bekannten Lokomotivsteuerungen dabei verhalten, soll ebenfalls allgemein gezeigt werden.

Selbstverständlich kann auf Konstruktionseinzelheiten nicht eingegangen werden. Mit Überlegung und mit Absicht wird bei allen Untersuchungen eine verhältnismäßig ungünstige Luftleere im Kondensator vorausgesetzt, also ein verhältnismäßig kleiner Kondensator mit einer räumlich beschränkten Rückkühlanlage für das umlaufende Kühlwasser; im Gegensatz zur Dampfturbinen-Lokomotive, die zu ihrem Erfolg ein sehr gutes Vakuum, also reichliche Kondensationseinrichtungen benötigt.

Alle den Berechnungen zugrunde gelegten Dampfdiagramme sind somit nur für einen Unterdruck von 60 vH im Dampfzylinder entworfen, die Dampfverbrauchziffern für die indizierte PS mit diesem geringen Vakuum berechnet.

Bezüglich des Verfahrens zur Berechnung des Dampfverbrauchs ist vorwegzunehmen, daß das der Luftleere im Kondensator bzw. Zylinder und dem Anfangsdampfdruck entsprechende Wärmegefälle nach den bekannten *JS*-Tafeln beim Vergleich von Dampfverbrauchziffern nicht ohne weiteres benutzt werden darf, weil der diesbezügliche tatsächliche Dampfverbrauch nicht als proportional den Wärmegefällen ab- oder zunimmt, wie wir später an den Beispielen sehen werden. Ebensowenig kann für bestimmte Dampfmaschinenleistungen der zugehörige spezifische Dampfverbrauch ohne weiteres einer *JS*-Tafel entnommen oder nach diesen Tafeln durch Multiplikation mit einem Zahlenwert berechnet werden.

Die zahlenmäßige Bestimmung des Dampfverbrauchs für die indizierte PSh muß vielmehr nach einer Berechnungsweise erfolgen, die dem im Dampfzylinder sich auswirkenden, im Dampfdiagramme zeichnerisch sich darstellenden Arbeitsvorgang gerecht wird, die also neben den Dampfzuständen vor und nach erfolgter Arbeitsleistung auch die Abmessungen der Lokomotiv-Kolbendampfmaschine mit in Rechnung zieht: den Zyl.-Dm., Kolbenhub, schädlichen Raum, die Steuerungs- und Geschwindigkeitsverhältnisse und die Betriebsweise. Derartige, den wirklichen Verhältnissen Rechnung tragende Berechnungsarten haben Hrabak und Schüle aufgestellt. Weil das Hrabaksche Verfahren der Berechnung des spezifischen Dampfverbrauchs bekannter ist, sei es hier angewendet. Es gibt, wie die Erfahrung zeigt, einwandfreie, die Wirklichkeit genau erfassende Werte.

Dampfdiagramme und Steuerung.

Für die Beantwortung der gestellten Fragen sind wir auf Dampfdiagramme angewiesen, die durch Konstruktion gefunden sind. Der Einfachheit wegen sind die auf den Abb. 1 bis 14 dargestellten Diagramme nur für technisch trockenen Sattdampf in der üblichen Weise, also nach dem Mariotteschen Gesetz $pv =$ Festwert, für einstufige und zweistufige Dampfdehnung aufgezeichnet. Die sich aus der Steuerung ergebenden Verhältnisse der Dampfverteilung: Füllung, Vorausströmung, Pressungsweg und Voreinströmung, sind genau eingetragen. Bezeichnungen und gegenseitige Abhängigkeitsverhältnisse können in den Bildern ohne weiteres verfolgt werden. Das Aufzeichnen der Dampfdiagramme für zweistufige Dehnung erfolgt nach der von Schröter-Mönch in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1890 mitgeteilten Weise, jedoch mit dem wesentlichen Unterschied, daß die als gleichzeitige Hyperbel eingezeichnete Dampfdehnungslinie mit ihren Abschlüssen vom Enddehnungsdruck aus, rückwärts schreitend, im Koordinatensystem eingetragen wird. Es empfiehlt sich, dieses der alten Gepflogenheit entgegengesetzte Verfahren anzuwenden, weil wir hier, durch die der Lokomotive eigentümlichen Steuerungsverhältnisse bedingt, sowohl im Hochdruck- als auch im Niederdruck-Dampfzylinder jeweils die gleichen oder nahezu gleichen Verhältnisse zu haben wünschen, gleichgroße Füllungen, Vorausströmungen, Verdichtungswege, wobei sich die beiden zuletzt genannten außerdem mit der Füllung verändern.

Für alle aufgeführten Beispiele ist als Steuerung jeweils eine Schwingen-Umkehr-Steuerung mit geradliniger Scheitelkurve vorausgesetzt, deren veränderliche Dampfverteilungsverhältnisse nach dem Zeunerschen Verfahren mittels der Schieberkreise gefunden werden können. Diese Steuerungsverhältnisse decken sich im wesentlichen mit den Verhältnissen der meist angewendeten Umkehrsteuerungen; kleine Abweichungen haben auf unsre Betrachtung keinen Einfluß.

In den gezeichneten Dampfdiagrammen kommen folgende Steuerungsverhältnisse zur Geltung: Füllung 20 vH mit ungefähr 34 vH Vorausströmung und ungefähr 37½ vH Verdichtungsweg, Füllung 30 vH mit ungefähr 27½ vH Vorausströmung und ungefähr 30 vH Verdichtungsweg, Füllung 40 vH mit ungefähr 25 vH Vorausströmung und ungefähr 25 vH Verdichtungsweg. Bei der Lokomotiv-Kolbendampfmaschine mit einstufiger Dampfdehnung gilt die Zwillingsdampfmaschine als einfachste Bauform, bei der Maschine mit zweistufiger Dehnung ist die Zwillings-Tandem-Kolbendampfmaschine, wie sie im ortfesten Maschinenbau bekannt ist, und wie sie auch im Lokomotivbau schon ausgeführt wurde, als solche anzusprechen. Mit dieser Annahme wird die Steuerung für jede Lokomotivseite eine gemeinsame, sowohl für den Hochdruck- als auch für den Niederdruckzylinder. Der Trennung der Zylinder und ihrer Steuerung steht selbstverständlich nichts im Wege. Die Aufzeichnung der Dampfdiagramme wäre aber weniger einfach, wenn die Hoch- und Niederdruckzylinder mit unter 90° versetzten Kurbeln arbeiten, obgleich die Auswertung der Dampfdiagramme und die sich ergebenden Dampfverbrauchziffern jeweils ungefähr dieselben bleiben wie bei der Tandemanordnung.

Die Aufzeichnung der Dampfdiagramme selbst ist der einschlägigen Literatur und den Abbildungen zu entnehmen. Die zur Aufzeichnung dienenden Hilfslinien sind soweit angängig eingezeichnet. Der Abschluß, ebenso das Öffnen der Dampfkanäle darf nur mit Berücksichtigung eines erfahrungsmäßigen Drosselungsweges im Diagramm dargestellt werden, damit das Bild der Arbeitsdampfverteilung der Wirklichkeit gerecht wird.

Um den gegenseitigen Einfluß der Steuerungs- und Dampfverteilungsverhältnisse möglichst erschöpfend und klar zur Darstellung zu bringen, sind außer den rankinisierten Dampfdiagrammen noch besondere HD- und ND-Schaubilder auf den Tafeln dargestellt. Diese getrennt behandelten Schaulinien sind auf gleiche Diagrammlängen bezogen, haben aber verschieden große, den Zylinderraumverhältnissen entsprechende Druckmaßstäbe. Neben der vergleichenden Darstellung dienen diese Schaulinien zur Nachprüfung der rankinisierten Diagramme.

Abb. 1. Diagramm der Einstufenmaschine bei 10 vH schädlichem Raum, 30 vH Füllung und 30 vH Verdichtungsweg.

Abb. 2. Diagramm der Einstufenmaschine bei $7\frac{1}{2}$ vH schädlichem Raum, 20 vH Füllung und $37\frac{1}{2}$ vH Verdichtungsweg.

Abb. 3. Diagramm der Einstufenmaschin[e] bei 5 vH schädlichem Raum, 20 vH Fü[llung] und 40 vH Verdichtungsweg.

Verschiedene Zahlenbeispiele für Dampfverteilung und Dampfverbrauch.

Als Ausgangspunkt unserer Untersuchungen dient die auch heute noch ausgeführte Lokomotiv-Zwillings-Kolbendampfmaschine mit einfacher Dampfdehnung, zunächst für Sattdampf- und Auspuffbetrieb, mit 550 mm Dampfzylinder-Dmr. und 600 mm Kolbenhub. Mit durchgehenden Kolbenstangen beträgt die mittlere Kolbenarbeitsfläche ~ 2330 cm². Die Drehzahl der Triebräder sei 225 Uml./min., entsprechend 4,5 ms^{-1} mittlerer Kolbengeschwindigkeit. Der Betriebsüberdruck des Kessels sei 13 at, die Einströmspannung in den Zylindern also 12 at Überdruck. Weil bei den kleineren Zylinderfüllungen die Dampfverdichtungen verhältnismäßig früh beginnen, der Verdichtungsdruck also rasch und hoch ansteigt, muß der schädliche Raum entsprechend groß bemessen sein.

Abb. 1 stellt das Sattdampfdiagramm der Kolbendampfmaschine mit einfacher Dampfdehnung dar, wenn der schädliche Raum 10 vH beträgt. Die wirkliche Füllung beträgt 30 vH, die zugehörige Vorausströmung 27½, der Verdichtungsweg 30 vH des Kolbenweges.

Der mittlere indizierte Dampfdruck berechnet sich zu $p_i =$ 5,73 at, die indizierte Leistung der Zwillings-Kolbenmaschine zu $L_i = \frac{2 \cdot 2330 \cdot 4{,}5 \cdot 5{,}73}{75} = \sim 1605$ PS$_i$. Der mechanische Wirkungsgrad kann mit $\eta_m = 90$ vH angenommen werden; die Zwillingslokomotive leistet also $L_e = \sim 1450$ PS$_e$.

Der Dampfverbrauch von Kolbendampfmaschinen mit einstufiger Dampfdehnung setzt sich aus drei Teilen zusammen, die folgendermaßen berechnet werden:

1. Nutzbarer Dampfverbrauch: $C_i' = 27\,q : p_i$, wobei $q = (\varepsilon + m)\,\gamma - k\,(m_0 + \varepsilon_0)\,\gamma_0$. ε ist Zylinderfüllung, ε_0 Dampfverdichtung; entsprechende schädliche Räume sind m und m_0, die Dampfgewichte der Raumeinheit γ und γ_0.

2. Abkühlungsverlust im Dampfzylinder:

$$\sqrt{c}\,C_i'' = 0{,}25\,\sqrt{t - T_m}\,\sqrt[4]{p^3}\,\sqrt{\varphi}\left(1 + \frac{l}{d}\,(\varepsilon + 4\,m)\right)\frac{1}{p_i}.$$

Neben den Zylinderabmessungen d und l erscheinen der Dampfdruck p, die Dampftemperatur t und T_m, sowie die Kolbengeschwindigkeit c; φ entspricht der Zylinderfüllung.

3. Dampflässigkeitsverlust des Kolbens: $C_i''' = \frac{k}{\sqrt{L_i\,c}} + \frac{1}{k'\,c} + k''$. Der Wert C_i''' ist durch Erfahrungsfestwerte k, k' und k'', die Leistung L_i und die Kolbengeschwindigkeit c bedingt. Somit ist der Gesamtdampfverbrauch für die PS$_i$h $C_i = C_i' + C_i'' + C_i'''$.

Aus der JS-Tafel, etwa nach Mollier, Schüle, kann der Dampfverbrauch einer Kolbendampfmaschine ebenfalls bestimmt werden, aber nur dann, wenn der den Maschinenbauarten entsprechende sogenannte Verlustfestwert bekannt ist. Aus dem Wärmegefälle λ zwischen Anfang- und Endzustand des Arbeitsdampfes folgt der theoretische Dampfverbrauch $C = 632{,}5 : \lambda$, der, mit dem Festwert multipliziert, den wirklichen Verbrauch darstellt.

Für die zur Lösung unserer Aufgabe gewählten Zahlenbeispiele ergibt sich kurz folendes:

A. Die Einstufenmaschine arbeitet nach Abb. 1 mit 10 vH schädlichem Raum, Sattdampf und Auspuff ins Freie: Es ergibt sich $C_i = 7{,}68 + 1{,}95 + 0{,}14 = 9{,}77$ kg/PS$_i$h[1]) Nach der JS-Tafel beträgt $\lambda = \sim 97{,}5$ kcal, also $C = \sim 6{,}5$ kg. Der sogenannte Verlustfestwert ist somit $\eta_{th} = 1{,}5$.

[1]) Vgl. Hrabak, Hilfsbuch für Dampfmaschinentechniker.

Die behandelte Sattdampf-Auspuffmaschine, deren Diagram[m] Abb. 1 zeigt, wird jetzt an einen Kondensator angeschloss[en]. Abb. 2 zeigt das entsprechende Dampfdiagramm: Bei gleichbl[ei]bender Maschinenleistung wird die notwendige Zylinderfüllu[ng] und damit die aufzuwendende Dampfmenge geringer. Der sch[äd]liche Raum kann selbst dann auf 7½ vH verringert werden, we[nn] die Steuerungsverhältnisse der Auspuffmaschine zunächst b[ei]behalten bleiben. Aus Abb. 2 folgt $p_i = 5{,}32$ at und

$$L_i = \frac{2 \cdot 2330 \cdot 4{,}5 \cdot 5{,}32}{75} = \sim 1470\ \text{PS}_i.$$

Sollte die genau gleiche Maschinenleistung wie oben erzi[elt] werden, so müßte die Füllung von 20 auf etwa 22 vH vergrößert werden.

B. Die Einstufenmaschine arbeitet na[ch] Abb. 2 mit 7½ vH schädlichem Raum, Sattdampf und Kond[en]sation: Es ergibt sich $C_i = 6{,}43 + 1{,}605 + 0{,}141 = 8{,}18$ kg; [d]er Dampfverbrauch ist um 16 vH geringer, der Vorteil der Kond[en]sation ist schon deutlich zu ersehen.

Nach der JS-Tafel wird das nutzbare Wärmegefälle größ[er,] man findet $\lambda = \sim 134{,}5$ kcal, $C = 4{,}7$ kg; der Verlustfestwert w[ird] $\eta_{th} = 1{,}74$.

Die neueren ortfesten Kolbendampfmaschinen arbeiten mit schädlichen Räumen unter 5 v[H]. Setzt man einen schädlichen Raum von 5 vH voraus und nimmt [an], daß die Einlaßsteuerung wie bei der ortfesten Maschine von [der] Auslaßsteuerung getrennt sei, indem man Vorausströmung und Dampfverdichtung unabhängig von der veränderlichen Füllung macht, dann wird die Völligkeit der Arbeitsfläche im Dampfdiagramm zunehmen, der Dampfverbrauch sich verringern.

C. Die Einstufenmaschine arbeitet nach Abb. 3 mit 5 vH schädlichem Raum, sonst wie B: Man findet $C_i = 5{,}75 + 1{,}535 + 0{,}1414 = 7{,}43$ kg/PS$_i$h.

Abb. 4. Diagramm der Einstufenmaschin[e] bei 3,75 vH schädl. Raum, 20 vH Füllun[g] und 45 vH Verdichtungsweg.

Nach der JS-Tafel bleibt der theoretische Dampfverbrauch derselbe wie unter B, weil die Maschinenabm[es]sungen nicht berücksichtigt werden können. Es verringert s[ich] aber der Verlustfestwert auf $\eta_{th} = 1{,}58$.

Die neuesten Erfahrungen im Bau ortfester Kolbendam[pf]maschinen lassen mit Sicherheit erwarten, daß eine weitere V[er]ringerung des schädlichen Raumes unter dem Einfluß des ko[m]menden höheren Betriebsdruckes folgt. Setzt man im Diagram[m] Abb. 4 einen schädlichen Raum von 3,75 vH voraus, dann wi[rd] die Völligkeit der Arbeitsfläche und der spezifische Dampfv[er]brauch weiter verbessert. Das Wesen der angenommenen Tr[en]nung der Einlaß- und Auslaßsteuerung ist im Zeunerschen Sch[ie]berkreis-Diagramm, Abb. 5, dargestellt.

D. Die Einstufenmaschine arbeitet na[ch] Abb. 4 mit 3,75 vH schädlichem Raum, 45 vH Verdichtungsw[eg,] sonst wie B: Es sinkt der Dampfverbrauch auf $C_i = 5{,}64 + 1{,}[illegible]$ $+ 0{,}142 = 7{,}34$ kg/PS$_i$h, wenn nur geringfügige Änderungen [im] Diagramm vorgenommen wurden.

Der Verlustfestwert vermindert sich auf $\eta_{th} = 1{,}56$, einen t, der als günstig zu bezeichnen ist. Auch bei den zuletzt rsuchten Dampfdiagrammen war die Zylinderfüllung jeweils 20 vH; der mittlere indizierte Dampfdruck und die Maschinen-ing müssen also abnehmen. Auf unsere Untersuchung ist geringfügige Verschiedenheit jedoch ohne Einfluß.

Bisher war vorausgesetzt, daß die Zwillings-Kolbendampf-hine mit technisch trockenem S a t t d a m p f betrieben wird. Einfluß einer mehr oder weniger hohen rhitzung auf den Dampfverbrauch soll im folgenden falls zahlenmäßig untersucht werden.

Wegen des größeren Rauminhalts des überhitzten Dampfes im Dampfdiagramm bei gleichbleibender Dampfdehnungs-pannung zunächst eine Vergrößerung der Arbeitsfläche bei endung von Heißdampf eintreten, siehe Abb. 1, 2, 3 und 4. dem Verlauf der Heißdampfdehnungslinien sieht man, daß kleiner werdendem schädlichen Raum und mit einer un-ngigen Vorausströmung auch die ausnutzbare Über-ngstemperatur gesteigert werden kann. Der E i n f l u ß d e r rhitzung auf den spezifischen Dampfverbrauch der ndampfmaschine läßt sich durch folgende Überlegung zah-näßig ausdrücken:

Abb. 5. Schieberkreis. Diagramm der Einstufen-ine bei Trennung der Einlaß- und Auslaßsteuerung.

Der nach Hrabak berechnete Sattdampfverbrauch C_i' be-el sich auf Raumteile des Dampfzylinders bzw. auf Raum-ildes Dampfes. Je nach der Höhe der Überhitzung tritt bei eibleibendem Druck eine mehr oder weniger erhebliche Ver-rung des Rauminhaltes ein, die sich in ihrem Verhältnis m Rauminhalt des Sattdampfes ausdrücken läßt. Mit diesen erderlichen Verhältniszahlen nimmt auch der Wert des nutz-r Dampfverbrauchs ab. Für Sattdampf von 12 at Überdruck man z. B. $v_s = 0{,}155\ \mathrm{m^3\,kg^{-1}}$, für Heißdampf von 350 °C gen $v_{\ddot u} = 0{,}223\ \mathrm{m^3\,kg^{-1}}$. Ist nach A der nutzbare Sattdampf-r auch $C_i' = 7{,}675$, dann folgt der nutzbare Heißdampf-r auch $C'_{i_{\ddot u}} = \frac{7{,}675 \cdot 0{,}155}{0{,}223} = 5{,}33$ kg/PS$_i$h.

Beim Abkühlungsverlust C_i'' bezieht sich die Berechnungs-lage letzten Endes auf den Wärmeinhalt des Arbeitsdampfes. unehmender Überhitzung muß der Abkühlungsverlust ab-en, nämlich im Verhältnis des Wärmeinhalts. Sattdampf 2 at hat einen Wärmeinhalt von 667,5 kcal, Heißdampf von ber 753 kcal. Ist $C''_{i_s} = 1{,}95$, dann folgt $C''_{i_{\ddot u}} = \frac{1{,}95 \cdot 667{,}5}{753}$ 1,73 kg/PS$_i$h.

Der Dampflässigkeitsverlust C_i''' nimmt, wie die Erfahrung mit steigender Überhitzung unbedeutend zu. Die Zahlen-1 berücksichtigt alle in den Beispielen vorkommenden Be-weisen. Ein Vergleich mit der Wirklichkeit zeigt, soweit ndfreie Versuche vorliegen, eine gute Übereinstimmung. usammenstellung kann also zur Beurteilung der gestellten n dienen.

Wie bei der ortfesten Kolbendampfmaschine, hat man auch ler Lokomotiv-Kolbendampfmaschine schon frühzeitig zur Ausnutzung des Arbeitsdampfes in z w e i D r u c k s t u f e n in zwei verschieden großen Dampfzylindern, also zur Verbundmaschine gegriffen. Die den Schwingensteuerungen eigenen Verhältnisse brachten zunächst Schwierigkeiten. Die mit der ortfesten Verbundmaschine erzielte Verbesserung der Wärmewirtschaft wurde bei der nur mit Auspuff arbeitenden Lokomotive nicht in vollem Umfang erreicht. Der Betrieb mit Kondensation dagegen sichert den vollen Erfolg, selbst bei nur mangelhaftem Vakuum.

E i n e L o k o m o t i v - K o l b e n m a s c h i n e m i t z w e i s t u f i g e r D a m p f d e h n u n g soll für die weitere Untersuchung als Beispiel dienen; sie sei zunächst wieder mit Auspuff ins Freie, dann mit Kondensationsbetrieb gedacht. Um die Darstellung der Dampfdiagramme nicht zu undurchsichtig zu gestalten, darf vorausgesetzt werden, daß diese verschieden großen Dampfzylinder hintereinander, in T a n d e m b a u a r t, angeordnet sind, daß also eine Z w i l l i n g s - T a n d e m - K o l b e n d a m p f m a s c h i n e mit gemeinsamem Steuerungsantrieb vorhanden ist, wie sie sich u. a. in dem bekannten Werk „D a s E i s e n b a h n - M a s c h i n e n w e s e n d e r G e g e n w a r t", I. Abschn., I. Teil: „Die Lokomotive", S. 387, 2. Aufl., findet.

Zahlentafel 1. Zusammenstellung der (spezifischen) Dampfverbrauchziffern für Satt- und Heißdampf in kg PS$_i$h.
Lokomotive mit einstufiger Dampfdehnung: 13 at ats. Einströmspannung, Sattdampftemperatur 190,8 °C.

Dampfzustand		Sattdampf 190,8 °C	Heißdampf 200	225	250	275	300	325	350 °C
Dampfvolumen	$v =$	∼0,155 m³/kg	∼0,159	0,171	0,182	0,192	0,203	0,214	0.223
Wärmeinhalt	$w =$	∼667,5 kcal	∼674,3	689,5	703,5	715,5	728	740,5	753
A. Schaubild 1	$C_i' =$	7,675	∼7,50	6,96	6,53	6,20	5,87	5,57	5,33
	$C_i'' =$	1,95	1,93	1,89	1,852	1,82	1,79	1,755	1,73
	$C_i''' =$	0,14	0,145	0,15	0,155	0,16	0,165	0,17	0,175
Ges. Dampfverbr.	$C_i =$	9,77	9,575	9,00	8,537	8,18	7,825	7,495	7,235
B. Schaubild 2	$C_i' =$	6,43	6,28	5,83	5,48	5,20	4,92	4,67	4,47
	$C_i'' =$	1,605	1,59	1,56	1,525	1,50	1,475	1,446	1,423
	$C_i''' =$	0,141	0,145	0,15	0,155	0,16	0,165	0,17	0,175
Ges. Dampfverbr.	$C_i =$	8,176	8,015	7,54	7,16	6,86	6,56	6,286	6,068
C. Schaubild 3	$C_i' =$	5,75	5,61	5,22	4,90	4,65	4,40	4,17	4,00
	$C_i'' =$	1.535	1,52	1,49	1,46	1,433	1,41	1,385	1,355
	$C_i''' =$	0,1414	0,145	0,15	0,155	0,16	0,165	0,17	0,175
Ges. Dampfverbr.	$C_i =$	7,43	7,275	6,86	6,515	6,243	5,975	5,725	5,53
D. Schaubild 4	$C_i' =$	5,64	5,51	5,11	4,81	4,56	4,31	4,09	3,82
	$C_i'' =$	1,56	1,545	1,52	1,485	1,455	1,435	1,405	1,385
	$C_i''' =$	0,142	0,142	0,145	0,15	0,155	0,16	0,165	0,17
Ges. Dampfverbr.	$C_i =$	7,34	7,197	6,775	6,445	6,17	5,905	5,66	5,375

Die aus dem Tandemdampfdiagramm berechneten Dampfverbrauchziffern sind nicht verschieden von den Verbrauchziffern der Verbundmaschine mit unter 90° versetzten Kurbeln. Berechnung und Erfahrung bestätigen dies. Die Abmessungen der Dampfzylinder der Tandem-Kolbendampfmaschine sind denen der zuerst behandelten Zwillingsmaschine so angepaßt, daß sich ungefähr gleich große Drücke und Maschinenleistungen ergeben. Vergleiche und Gegenüberstellungen sind also ohne weiteres möglich. Bei 600 mm Kolbenhub, 225 minutlichen Umdrehungen, sei der ND-Zyl.-Dmr. = 675 mm, ein Durchmesser, der im Durchgangsprofil noch gut unterzubringen ist. Der zweistufigen Dampfdehnung wegen wird der Kesselbetriebsdruck auf 16 at, die Einströmspannung im HD-Zyl. auf 15 at Überdruck erhöht. Der Durchmesser des HD-Zyl. muß sich jeweils den Arbeitsbedingungen anpassen. Abb. 6 zeigt das nach R a n k i n e entworfene Dampfdiagramm einer mit Sattdampf und Auspuff arbeitenden Lokomotiv-Dampfmaschine mit z w e i s t u f i g e r Dampfdehnung. Die Steuerungsverhältnisse des HD- und ND-Zyl. sind in allen Lagen die gleichen, das Verhältnis der Zylinder-Rauminhalte $1 : z$ muß ungefähr 1 : 2,5 betragen, der HD-Zyl.-Dmr. 425 mm. Für die Bemessung der verhältnismäßig großen schädlichen Räume ist wieder die Höhe der Dampfverdichtung bei kleineren Füllungsgraden maßgebend.

Aus dem HD- und ND-Diagramm berechnen sich die mittleren indizierten Drücke $p_{i_h} = 4{,}75$, $p_{i_n} = 2{,}22$ at; der auf den ND-Zyl. bezogene Druck beträgt also $p_{i_r} = 1{,}9 + 2{,}22 = 4{,}12$ at. Die Gesamtleistung der Zwillingstandem folgt zu $L_i = \frac{2 \cdot 3520 \cdot 4{,}5 \cdot 4{,}12}{75} = 1740$ PS$_i$, oder wenn $\eta_m = 0{,}9$, $L_e = 1566$ PS$_e$.

Abb. 6. Gesamtdiagramm der Zweistufenmaschine mit Auspuff, Sattdampfbetrieb.

H r a b a k bewertet den Dampfverbrauch der Maschine mit zweistufiger Dampfdehnung wie folgt:

1. N u t z b a r e r D a m p f v e r b r a u c h $C_i' = 27\,q : p_{i_r}\,z$.
2. A b k ü h l u n g s v e r l u s t

   $$\sqrt{c}\,C_i'' = 0{,}36\,\frac{1}{y}\,\sqrt{t - T_m}\,\sqrt[4]{p^3}\,\sqrt{\varphi}\,\left(1 + \frac{l}{d}\,(\varepsilon + 4\,m)\right)\frac{1}{p_{i_r}}.$$

   Die Werte sind dem Hochdruck-Dampfdiagramm zu entnehmen.
3. D a m p f l ä s s i g k e i t s v e r l u s t C_i''' bis 0,8 des obigen Wertes bei gut gearbeiteten Maschinen.

Abb. 7. HD-Diagramm der Zweistufenmaschine mit Auspuff, Sattdampfbetrieb.

Das über Berechnung des Dampfverbrauchs nach der JS-Tafel Gesagte gilt auch hier.

E. D i e Z w e i s t u f e n m a s c h i n e a r b e i t e t n a c h A b b. 6, 7 und 8 mit 17,5 bzw. 12,5 vH schädlichem Raum, mit Sattdampf und Auspuff ins Freie. Nach H r a b a k ist $C_i = 5{,}75 + 1{,}905 + 0{,}119 = 7{,}77$ kg/PS$_i$h. Nach der JS-Tafel beträgt $\lambda = 106{,}5$ kcal, also $C = 5{,}93$ kg, der Verlustfestwert $\eta_{th} = 1{,}305$.

Während sich obige Ausführungen auf Verbundmaschinen mit Auspuff bezogen, sei jetzt eine Maschine m i t K o n d e n s a t i o n betrachtet; das Vakuum sei wie oben 60 vH. Die dem HD- und ND-Zyl. gemeinsame Steuerung wird zunächst n i c h t verändert, die schädlichen Räume aber verkleinert auf 12,5 b 10 vH.

Um in beiden Zylindern mit gleichgroßen Füllungen, V dichtungen und Vorausströmungen arbeiten zu können, muß Zylinderverhältnis geändert werden: $\frac{1}{z} = \frac{1}{2{,}86}$. Der Hochdru zylinder erhält 400 mm Dmr. Wie aus dem Diagramm des Ho druckzylinders zu ersehen ist, macht sich aber bei der vora gesetzten Dampfverteilung und dem Zylinderverhältnis $\frac{1}{2{,}86}$ M i ß s t a n d geltend: es muß mit dem Regler g e d r o s s werden.

F. D i e Z w e i s t u f e n m a s c h i n e a r b e i t e t n a A b b. 9, 10 und 11 mit 12,5 und 10 vH schädlichem Raum, Sattdampf und Kondensation. Nach Hrabak findet man $C_i =$ + 1,815 + 0,12 = 6,61 kg/PS$_i$h. Nach der JS-Tabelle ist 143 kcal, $C = 4{,}42$ kg; der Verlustfestwert steigt auf $\eta_{th} = \sim$

Abb. 9. Gesamtdiagramm der Zweistufenmaschine mit Kondensation, Sattdampfbetrieb.

Um die Völligkeit des rankinisierten Dampfdiagramms verbessern und unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen Dampfverbrauch zu verringern, sei das Zylinderverhältnis kleinert auf $\frac{1}{3{,}14}$, auf Abmessungen ähnlich der ortfesten Dam maschine: Durchmesser des Hochdruckzylinders = 375 Gleichzeitig seien auch die schädlichen Räume auf 7 vH kleinert und Vorausströmung und Dampfverdichtung von der lung getrennt, wie auf Abb. 12, 13 und 14 dargestellt. Diagramm des Hochdruckzylinders schreibt sich besser aus, Dampfeintritt braucht nicht mehr gedrosselt zu werden.

G. D i e Z w e i s t u f e n m a s c h i n e a r b e i t e t n a A b b 12, 13 und 14 mit 7 vH schädlichem Raum, Sattdampf Kondensation. Es wird $p_{i_h} = 5{,}39$ at, $p_{i_n} = 1{,}93$ at, also $p_{i_r} = 3{,}6$ die Leistung $L_i = \frac{2 \cdot 3520 \cdot 4{,}5 \cdot 3{,}65}{75}$ = rd. 1540 PS$_i$ oder $L_e =$ 1390 PS$_e$. Nach Hrabak ist $C_i = 4{,}81 + 1{,}415 + 0{,}12 = 6{,}35$ kg/P Der Verlustfestwert wird günstiger: $\eta_{th} = 1{,}435$.

Ebenso wie bei der einstufigen Maschine gelten auch die entsprechenden Werte für überhitzten Dampf. Man k die Dampfverbrauchziffern aus Zahlentafel 2 entnehmen.

Abb. 8. ND-Diagramm der Zweistufenmaschine mit Auspuff, Sattdampfbetrieb.

Abb. 10. HD-Diagramm der Zweistufenmaschine mit Kondensation, Sattdampfbetrieb.

Abb. 11. ND-Diagramm der Zweist maschine mit Kondensation, Sattd betrieb.

Folgerungen.

Die eingangs gestellten Fragen lassen sich jetzt wie folgt beantworten:

Trotz der ungünstig angenommenen, für eine Dampfturbinenlokomotive ganz unzulänglichen Luftleere im Kondensator wird der spezifische Dampfverbrauch der Lokomotiv-Kolbendampfmaschine bis nahe dem Dampfverbrauch ortfester Anlagen verringert, wenn mit Kondensation gearbeitet wird. Bei einem Vergleich mit der elektrischen Lokomotive, die durch ein Dampfkraftwerk ihren Strombedarf deckt, ist dies zu beachten. Wie die Zusammenstellung ergibt, sinkt schon bei reinem Sattdampfbetrieb und einfacher Dampfdehnung der Dampfverbrauch um 15 vH, bei doppelter Dampfdehnung um 18 vH. Bei Verwendung von überhitztem Dampf von 350 °C und zweimaliger Dampfdehnung wird der Dampfverbrauch gegenüber der Sattdampflokomotive mit einfacher Dampfdehnung, z. B. bei Umbaumaschinen, sogar um 9,77 — 4,85 = 4,92 kg verbessert oder um rd. 50 vH geringer! Hinzu kommt, daß die Maschinenleistung vergrößert werden kann, weil die Heizfläche des vorhandenen Lokomotivkessels bzw. seines Überhitzers nach dem Bau verhältnismäßig größer ist als nötig.

Bei Neubauten wird im allgemeinen die Heizfläche des Kessels und Überhitzers verkleinert werden können. Mit der kleineren Heizfläche wird auch das Kesselgewicht, damit das Gesamtgewicht der Lokomotive kleiner; unter Umständen kann ein Teil der Tragachsen fortfallen. Das Gesamtgewicht der Lokomotive mit Kondensation nähert sich so dem nutzbaren Reibungsgewicht: der Baustoffaufwand wird ein Mindestwert, der Preis der Lokomotive entsprechend niedrig.

Weil naturgemäß bei kleinerem spezifischen Dampfverbrauch auch der Aufwand an Brennstoff ein entsprechend geringerer wird, sind alle Möglichkeiten zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit gegeben.

Wird, wie bei der Turbinenlokomotive, ein Oberflächenkondensator zum Niederschlagen des Arbeitsdampfes benutzt, dann werden Kesselspeisewasser und erzeugter Arbeitsdampf stetig zwischen Kondensator, Speisepumpe, Vorwärmer, Kessel, Überhitzer, Dampfmaschine und Kondensator umlaufen: das Kesselspeisewasser braucht also nicht erneuert zu werden. Ein geringer Zusatz für Verluste, etwa durch Undichtheiten, kann dem Kühlwasser entnommen werden. Außer dem Kühlwasser ist das nach und nach abnehmende Brennmaterial, das das Reibungsgewicht der Lokomotive allein verändert, mitzuführen. An die Stelle des Tenders für Wasser und Brennstoff tritt also eine Einrichtung zum Niederschlagen und zur Wiedergewinnung des Arbeitsdampfes, verbunden mit einer Rückkühlanlage für das umlaufende Kühlwasser. Als Kühlmittel werden am vorteilhaftesten Wasser und Luft dienen, wobei einerseits das zum Niederschlagen des Dampfes mit verwendete Wasser über das Röhrensystem des Kondensators gehoben, anderseits mittels natürlichem Zug und Ventilatoren gleichzeitig Luft durch das Röhrensystem als Rückkühlanlage geblasen wird. Die mitgeführte Kühlwassermenge verändert sich dabei nur um den durch Verdunsten verloren gehenden Betrag; das Gewicht der Kondensationsanlage ist also nahezu unveränderlich. Das Tender- und Kondensatorgewicht kann somit als Reibungsgewicht einer zweiten Lokomotivmaschine dienen, während es bisher als tote Last geschleppt werden mußte.

Man erhält auf diese Weise zwei Lokomotivglieder, die Malletsche Lokomotivanordnung. Wie bei der ortfesten Verbund-Kolbenmaschine kann auch hier zwischen HD- und ND-Zyl. sogenannter Zwischendampf, Aufnehmerdampf, entnommen werden. Die dazu notwendigen Einrichtungen sind auch an Lokomotivsteuerungen durchführbar.

Dieser Zwischendampf kann u. a. zur Anfachung des Kesselfeuers dienen; weil er regelbar ist und stetig strömt, fällt das bei starkem Auspuff vorkommende Feueraufreißen weg. Die wärmewirtschaftlich beste Ausnutzung erfährt der Zwischendampf durch die Wagenheizung im Winter. Sogar die Vakuumheizung kann unter Umständen Anwendung finden.

Sollte an der Kondensationseinrichtung eine Unstimmigkeit, selbst ein Versagen vorkommen, so kann durch Umstellen eines Wechselventils jederzeit mit Auspuff gearbeitet werden. Das in der Rückkühlanlage umlaufende Kühlwasser dient dann als Speisewasser.

Daß Blindwellen, Zahnräder, Zwischengetriebe und verwickelte Kraftübertragungs-Einrichtungen fortfallen, ist nicht der letzte Vorzug der Kolbendampfmaschinen-Lokomotive mit Kondensation. Der bewährten Dampflokomotive ist somit noch ein recht weites Feld der Verwendung vorbehalten. Daß die bisherige Anordnung der Hauptteile, ihre Abmessungen, namentlich aber die Steuerung keine unmöglichen Abänderungen erfahren müssen, geht aus den Ausführungen klar hervor. Hier liegt der größte Vorzug dieser Bauweise.

Abb. 12. Gesamtdiagramm der Zweistufenmaschine mit Kondensation, Sattdampfbetrieb.

Abb. 13. HD-Diagramm der Zweistufenmaschine mit Kondensation, Sattdampfbetrieb.

Abb. 14. ND-Diagramm der Zweistufenmaschine mit Kondensation, Sattdampfbetrieb.

Zahlentafel 2.

Lokomotive mit zweistufiger Dampfdehnung: 16 at abs. Einströmspannung, Sattdampftemperatur 200,5 °C.

Dampfzustand		Sattdampf 200,5 °C	Heißdampf 225	250	275	300	325	350 °C
Dampfvolumen	$v =$	~0,127 m³/kg	~0,135	0,145	0,154	0,163	0,17	0,1785
Wärmeinhalt	$w =$	~670,5 kcal	~687,5	702	714,5	727	739	752
E. Schaubild 6, 7, 8	$C_i' =$	5,75	5,41	5,05	4,74	4,48	4,30	4,10
	$C_i'' =$	1,915	1,86	1,82	1,795	1,76	1,72	1,70
	$C_i''' =$	0,119	0,12	0,125	0,13	0,135	0,14	0,145
Ges. Dampfverbr.	$C_i =$	7,774	7,39	6,995	6,665	6,375	6,16	5,945
F. Schaubild 9, 10, 11	$C_i' =$	4,67	4,40	4,10	3,86	3,65	3,50	3,34
	$C_i'' =$	1,815	1.775	1,735	1,71	1,675	1,65	1,62
	$C_i''' =$	0,12	0,12	0,125	0,13	0,135	0,14	0,145
Ges. Dampfverbr.	$C_i =$	6,605	6,295	5,960	5,70	5,46	5,29	5,105
G. Schaubild 12, 13, 14	$C_i' =$	4,81	4,52	4,22	3,97	3,76	3,60	3,44
	$C_i'' =$	1,415	1,38	1,35	1,33	1,305	1,285	1,26
	$C_i''' =$	0,12	0,12	0,125	0,13	0,135	0,14	0,145
Ges. Dampfverbr.	$C_i =$	6,35	6,02	5,695	5,43	5,20	5,025	4,845

Abb. 15 und 16. Zwilling-Sattdampflokomotive mit Auspuff.

Die erforderliche Oberflächenkondensation mit ihrer Rückkühlanlage wird gegen diejenige der Turbinenlokomotiven kleiner, also günstiger; sie ist somit auch bequemer im verfügbaren Raum unterzubringen.

Gegenüberstellung der untersuchten Grenzfälle.

Um jedem Zweifel an der Ausführungsmöglichkeit der Kolbendampfmaschinen-Lokomotive mit Kondensation zu begegnen, um die aus den Dampfdiagrammen und den Dampfverbrauchziffern gezogenen Folgerungen praktisch auszuwerten, seien die beiden Grenzfälle A und G zum Vergleich einander gegenüber gestellt. Wenn dabei Einzelheiten weniger als gewünscht hervortreten oder ihre Herkunft deutlich verraten, so darf das den Lokomotivbauer nicht abschrecken, auf dem nur in Umrissen skizzierten Weg zur Vervollkommnung der Lokomotive fortzuschreiten. Zum Vergleich kommen also die Zwilling-Sattdampflokomotive, mit Auspuff arbeitend (A), und die Doppelzwillings-Tandem-Kolbendampfmaschinen-Lokomotive für Heißdampf und Kondensation (G). Als Sattdampflokomotive sei die in Abb. 15 und 16 dargestellte, der österreichischen 1 C 2 ähnliche Maschine angenommen, eine der besten von Gölsdorf entworfenen Schnellzuglokomotiven. Mit den für einstufige Dampfdehnung unter A angegebenen Abmessungen: Dampfzylinder 550 mm Dmr., 600 mm Hub, minutlich 225 Umdrehungen, folgt bei einem Triebraddmr. von 2140 mm eine Geschwindigkeit von 90 km/h. Die höchst zulässige Geschwindigkeit von 110 km/h erfordert eine Steigerung auf 275 Uml./min. Die Heizfläche des mit Sattdampf von 13 at Überdruck arbeitenden Lokomotivkessels beträgt 285 m², die stündliche Dampferzeugung ungefähr $285 \cdot 60 =$ rd. 17 100 kg. Dem Dampfdiagramm, Abb. 1, zufolge leistet die Maschine bei 90 km/h Geschwindigkeit rd. 1600 PS_i; als effektive Leistung können rd. 1500 PS_e angenommen werden. Der Gesamt-Sattdampfverbrauch beträgt im Fall A: $1600 \cdot 9{,}77 =$ rd. 15 600 kg/h; für Hilfseinrichtung oder Leistungssteigerung sind verfügbar rd. 1500 kg Sattdampf.

Nach dem Taschenbuch von Krauß & Co. in München ist als mittlerer Zylinderdruck anzunehmen $p_m = 6{,}1$ at; also eine Leistung von rd. 1700 PS_i. Die Zugkraft berechnet sich wie üblich zu $Z = 0{,}6\, p\, d^2 \dfrac{h}{D} =$ rd. 6100 kg; ihr entspricht die Maschinenleistung $L = \dfrac{6100 \cdot 90}{270} =$ rd. 2050 PS.

Aus dem Reibungsgewicht $G_r = 49{,}5$ t berechnet sich unter Berücksichtigung der durch die Gegengewichte auftretenden Fliehkräfte die Zugkraft $Z_s = 49\,500 \cdot 0{,}15 =$ rd. 7400 kg, entsprechend einer Maschinenleistung von $L =$ rd. 2450 PS.

Ortfeste Maschinen lassen derartige Leistungssteigerungen auf kurze Zeit zu. Ist die Anfahrbeschleunigung $p_a = 0{,}1$ m s^{-2}, dann folgt das entsprechende Gesamtzuggewicht $G = Z\, g : 1000\, p_a$ = rd. 595 t. Die zum Vergleich gewählte Sattdampf-Zwilling Lokomotive kann als 1500 bis 2250pferdig bezeichnet werden.

Für die Kondensations-Heißdampflokomo tive gelten die Dampfdiagramme ähnlich Abb. 12 bis 14, also d nach G berechneten Dampfverbrauchziffern. Die Lokomoti selbst ist in Abb. 17 und 18 skizziert. Der bisher vorausgesetz Sattdampfkessel wird mit einem Überhitzer von ungefähr 95 r Heizfläche ausgerüstet und mit 16 at Überdruck und einer Übe hitzung bis 375 °C betrieben. Die vier Tandem-Dampfmaschin leisten mit 375 mm HD.-, 675 mm ND.-Zyl.-Dmr., 600 m gemeinsamem Hub und 225 Uml./min. bei 40 vH Füllu zusammen $L_i = \dfrac{4 \cdot 3520 \cdot 4{,}5 \cdot 3{,}75}{75} =$ rd. 3160 PS_i. Die effektive L stung beträgt ungefähr 2950, rd. 3000 PSe, d. h. die zum Verglei gewählte Kondensationslokomotive ist fast genau doppelt s stark wie die Sattdampflokomotive. Die stündlich erzeug Dampfmenge, rd. 17 100 kg, bleibt dieselbe wie bisher, weil d Kesselheizfläche nicht geändert wurde. Der spezifische Damp verbrauch beträgt nach G bei 350° am Hochdruckzylinder g messen $C_i = 4{,}85$ kg, die stündliche Gesamtdampfmenge al $3160 \cdot 4{,}85 =$ rd. 15 400 kg, d. h., es wird fast genau diesel Dampfmenge verbraucht wie bei der Sattdampfmaschine!

Die Kondensations-Heißdampflokomotive wird also auch m fast derselben Brennstoffmenge auskommen wie die Sattdamp Auspufflokomotive und nur jene geringe Menge mehr verbrauche die zur Dampfüberhitzung notwendig ist. Selbst bei einem wen günstigen Vakuum erzielt man durch die Kondensation eine u gefähr doppelt so große Maschinenleistung, oder umgekehrt; ma spart bei gleicher Leistung ungefähr die hal Brennstoffmenge.

Durch den Einbau des Überhitzers und durch den höher Kesseldruck erhöht sich die Achsbelastung. Die Zugkraft bere net sich unter Berücksichtigung der durch die Gegengewich auftretenden Fliehkräfte aus dem Reibungsgewicht der Konde sationslokomotive $G_r = 2 \cdot 4 \cdot 17{,}5 = 140$ t zu $Z_0 = 140\,000 \cdot 0{,}15 =$ rd. 21 000 kg, die entsprechende Maschinenleistung zu $L = \dfrac{21000 \cdot}{270}$ = rd. 7000 PS. Diese Leistung könnte erst bei einem mittler indizierten Druck $p_{i_r} = 15 \cdot 0{,}59 = 8{,}85$ at erreicht werden. Ei Triplex-Mallet-Lokomotive der Baldwin-Locomoti Works, Philadelphia, erzielte $p_{i_r} = 15 \cdot 0{,}445 = 6{,}65$ at.

Berechnet man die Leistung aus der Kesselheizfläche, so fi det man nach von Borries, mit einer sekundlichen Umdr zahl $\dfrac{225}{60} =$ rd. 4, eine Anstrengungsziffer bei Sattdampf $\beta = 5$ bzw. 5,6; beim Arbeiten mit Heißdampf-Verbundwirkung $\beta = 1$ bzw. 13,0. Für die Vergleichmaschinen folgt somit eine Leistu im Fall A von $L = 285 \cdot (5{,}3$ bzw. $5{,}6) = 1500$ bis 1600 PS_e, Fall G von $L = 285 \cdot (12{,}3$ bzw. $13{,}0) = 3500$ bis 3700 PS_e.

Abb. 17 und 18. Verbund-Heißdampflokomotive mit Kondensation von fast doppelter Leistung wie die Sattdampflokomotive in Abb. 15 und 16.

Auch diese Werte stimmen mit den Diagrammwerten gut erein. Ist die Anfahrbeschleunignng wie unter $\frac{A}{p_a} = 0{,}1 \text{ m s}^{-2}$ an folgt für die Kondensations-Lokomotive nach Krauß mit $= 0{,}4\,p = 6$ at die maximale Zugkraft $z = z\,p_m\,d^2\,\frac{h}{D} = 15340$ kg, nit ein Gesamtzuggewicht $G = \frac{15\,340 \cdot 9{,}81}{1000 \cdot 0{,}1} =$ rd. 1500 t, oder n kann das bisherige Gewicht von rd. 600 t beschleunigen $p_a = \frac{15\,340 \cdot 9{,}81}{1000 \cdot 600} = 0{,}35 \text{ m s}^{-2}$, d. h. um ebensoviel rascher ahren.

Daß die Einzelteile der Kondensations-Heißdampflokomotive k i n e außergewöhnlichen Abmessungen erhalten und in der Umnzung des Lichtraumprofils untergebracht werden können, zeigt Lokomotivquerschnitt, Abb. 18. Insbesondere erhalten die mpfzylinder Abmessungen, die bequem auszuführen und erzubringen sind, sofern man die Dampfdiagramm-Entwürfe berksichtigt. Ähnliches gilt für die Rohrleitungen. Mit den im esten Dampfmaschinenbau üblichen Dampfgeschwindigkeiten ält man eine lichte Weite von ungefähr 150 mm für das zwei -Zyl. gemeinsame Dampfzuleitungsrohr. Für das von jedem N-Zyl. nach dem Kondensator führende Rohr genügen ungefähr 2 mm, für das zwei ND-Zyl. gemeinsame Abdampfrohr ungefähr 3 mm l. W.

Ein sogenannter o f f e n e r R i e s e l - K o n d e n s a t o r , ein rflächenkondensator, der einerseits vom Abdampf der vier Tdemmaschinen, anderseits von Wasser und Luft umspült wird, it zum Niederschlagen des Abdampfes. Wasser und Luft wirk als Kühlmittel. Dabei ist es gleichgültig, wie viel Wasser r die Oberfläche, die Kondensatorkühlfläche läuft; es genügt[1]), n die Kühlfläche nur immer mit Wasser bedeckt ist. Gleichzeig dient dieser Kondensatoraufbau als R ü c k k ü h l a n l a g e f die umlaufende geringe Wassermenge, die während der F rt fast konstant bleibt, weil sie sich nur um den durch die V dunstung verloren gehenden Betrag verringert. Das verfügbare Reibungsgewicht des Kondensatorteils ist somit nur wenig nderlich.

Reichliche Lufterneuerung ist vorhanden, beträgt doch die Gchwindigkeit der einziehenden Luft bei 90 km/h Fahrt ungeä 25 m/s. Außerdem stehen zur Luftumwälzung, besonders wrend des Stillstandes der Lokomotive, seitlich an der Lokonve angebrachte Ventilatoren zur Verfügung. Schlitze und Kppen regeln den Luftstrom.

Wenn man berücksichtigt, daß die Kolbendampfmaschinen ei wesentlich geringere Luftleere erfordern als die Dampfuinen und trotzdem verhältnismäßig günstige Dampfverbrauchzirn gewährleisten, wenn man berücksichtigt, daß für die Konleation eine eigentliche Wartung nicht notwendig ist, weil die mihr zusammenarbeitenden Pumpen schon vor Fahrtbeginn anzellt und erst nach Fahrtbeendigung abgestellt werden müssen, ka von Betriebsschwierigkeiten wohl kaum die Rede sein; ußerdem kann die Haupttätigkeit des Heizers, die Feuerbedienug, durch eine mechanische Feuerung, wie Öl- bzw. Kohlenstbfeuerung, vereinfacht werden.

Bei der maßstäblich dargestellten Kondensations-Heißdampfolmotive läßt sich eine Kühlfläche von ungefähr 700 m² unterbrgen. Eine gleich leistungsfähige, ortfeste Maschine braucht ü höchste Luftleere, allerdings bei größerer Kühlwassermenge, au ungefähr 500 m².

Zum Entfernen des Kondensats und der Luft aus dem Konleator wählt man Naßluftpumpen von ungefähr 500 mm Kolbenluhmesser und 270 mm Hub, und zwar der Betriebssicherheit un des Raumbedarfes wegen deren zwei, je rechts und links am Gäuse des Kondensators sitzend.

Transmissionsstränge, längs der Seitenwände angebracht, lien zum Antrieb der Luftpumpen. Die Schöpfvorrichtungen ül das Rieselwasser, die Kesselspeisepumpen, die Luftpumpen für die Bremseinrichtung sowie die zur Luftzirkulation notwendigen Veilatoren hängen ebenfalls an diesen Transmissionen. Die Trsmissionen selbst sind so mit kleinen Hilfskolbendampfmaschinen gekuppelt, daß beide Seiten zusammen eine Zwillingsdampfmaschine, besser vielleicht eine Verbundmaschine, bilden.

[1]) Vgl. W e i ß , Kondensation S. 85, 86.

Die Leistung dieser Hilfsdampfmaschine kann, wenn nur der Antrieb der Naßluftpumpen, der Speisevorrichtung und der Kühlwasserpumpe in Frage kommt, mit 1,5 vH der Hauptmaschinenleistung angesetzt werden[2]). Hier kommt der Betrieb der Ventilatoren, der Luftbremse hinzu; die Leistung der Hilfsdampfmaschine sei deshalb mit normal 80, maximal bis 120 PS_e vorausgesetzt, ein Wert, der reichlich bemessen erscheint.

Wählt man als Hilfsmaschine eine Z w i l l i n g s - K o n d e n s a t i o n s k o l b e n d a m p f m a s c h i n e etwa von 280 mm Zylinderdurchmesser, 220 mm Hub und 280 bis 300 minutlichen Umdrehungen, so ist mit einem Dampfverbrauch von höchstens 6 kg/PS_ih zu rechnen.

Zu dem bereits festgestellten Dampfverbrauch der Hauptmaschine kommt hinzu der Aufwand für die Hilfsmaschine mit ungefähr 500 bis 750 kg/h. Auf die Gesamtdampferzeugung des Kessels bezogen, bedeutet der Dampfverbrauch der Hilfsmaschine ein Mehr von 5 vH, ein Wert, der bei Gewährleistungen ortfester Maschinen innerhalb des üblichen Spielraums der Versuchsmessungsfehler liegt: Die Dampferzeugung des gewählten Lokomotivkessels reicht auch noch für die Hilfsmaschine aus.

Das im Maschinen-Abdampf enthaltene Schmieröl, seine Entfernung aus Abdampf und Kondensat, die Gewinnung des Kondensats als Speisewasser machen eher Schwierigkeiten. Zwar werden die als kleine Ölkügelchen im Abdampf schwebenden Ölteilchen durch die heutigen Abdampfentöler ohne weiteres entfernt. Wenn ein geringer Teil nicht ausfällt, so schwimmt er auf der Oberfläche des Kondensats, was bei der Entnahme von Speisewasser berücksichtigt werden kann.

Die Beseitigung der Emulsion, der im Kondensat vorhandenen kleinen, mit einer Ölschicht überzogenen Wasserteilchen, erfordert jedoch die Anwendung eines Filters, z. B. eines Koksfilters. Die Filtermasse ist zu bestimmten Zeiten auszuwechseln, wodurch die Schwierigkeiten bei der Rückgewinnung des Kondensats behoben sind.

Alle eingangs gestellten Fragen nach der Verbesserungsmöglichkeit der Lokomotiv-Kolbendampfmaschine und ihrer Wärmewirtschaft sind zugunsten der Kondensations-Lokomotive beantwortet: Die Kolbendampfmaschinen-Lokomotive mit Kondensation kann, wie das Beispiel zeigt, nahe an die Wirtschaftlichkeit der ortfesten Dampfmaschine gebracht werden.

Jedenfalls wird der Versuch, die Lokomotiv-Kolbendampfmaschine mit Kondensation zu betreiben, ein lohnendes Ergebnis zeitigen. Die fast 100 Jahre alte Lokomotive wird in einen neuen Abschnitt ihrer glänzenden Entwicklung treten, ohne ihre bewährten Konstruktionseinzelheiten, ohne ihre einfache Betriebsweise zu verlieren.

Zusammenfassung.

Verschiedenartige, mit ein- und zweistufiger Dampfdehnung arbeitende Lokomotiv-Kolbendampfmaschinen werden beim Betrieb mit Auspuff und Kondensation, mit Satt- und Heißdampf, untersucht. Der Einfluß der Abmessungen und der Steuerungsverhältnisse, insbesondere der Einfluß der Kondensation, unter der Annahme einer wenig günstigen Luftleere, wird an entsprechend entworfenen Dampfdiagrammen erläutert. Eine Zusammenstellung der berechneten spezifischen Dampfverbrauchziffern zeigt den beim Arbeiten mit Kondensation zu erwartenden Gewinn, die Verbesserung der Wärmewirtschaft der Kolbendampfmaschinenlokomotive mit Kondensation.

Die Gegenüberstellung einer Sattdampflokomotive und einer Heißdampf-Kondensations-Lokomotive derselben Kesselheizfläche ergibt für die letztere Bauart eine Verdoppelung der Maschinenleistung. Die in demselben Maßstab entworfenen Bilder beider Bauarten lassen die Ausführungsmöglichkeit und die Größenverhältnisse beurteilen.

Mit Berücksichtigung der Ergebnisse und anderer kurz gestreifter Vorteile, namentlich aber mit Bezug auf die verbleibende Einfachheit der Ausführung und des Betriebs, wird die Verwendung der Kondensation auch bei Lokomotiven mit Kolbendampfmaschinenantrieb als aussichtsreich empfohlen. [B 493]

[2]) Vgl. W e i ß , Kondensation S. 131.

RUNDSCHAU.

Die Kondensationslokomotive mit Turbinenantrieb, System Ljungström.

Im nachfolgenden wird eine Versuchsfahrt mit der Ljungström-Lokomotive[1]) besprochen. Die Lokomotive zog den fahrplanmäßigen Tag-D-Zug, Abb. 1, zwischen Gothenburg und Stockholm, einer Strecke von 459 km Länge, die, wie aus Abb. 2 ersichtlich ist, durch sehr unregelmäßiges Gelände führt und schwer zu fahren ist. Wenn die D-Züge auf dieser Strecke, wie gewöhnlich, mit Kolbenlokomotiven gefahren werden, so kommen nicht weniger als drei solcher Lokomotiven abwechselnd zur Verwendung. Der Lokomotivenwechsel findet statt auf den Haltestellen Falköping, Ranten und Hallsberg, die in Abb. 2 und 3 vermerkt sind. Wird dagegen die Turbinenlokomotive verwendet, so fährt der Zug ohne Lokomotivwechsel von Gothenburg nach Stockholm, wobei nur die gewöhnlichen Aufenthalte in den Zwischenstationen gemacht werden. Der auf der Anfangstation eingenommene Kohlen- und Wasservorrat reicht ohne Nachfüllung bequem für die ganze Strecke aus. Der Wasserverbrauch während der Reise betrug beim Versuche nämlich nur 2 t (Zahlentafel 1), während die gewöhnlichen Lokomotiven auf d[illegible] Strecke zusammen nicht weniger als 45 t Wasser verbrauchen. Di[illegible] deutung der Ljungström-Turbinenlokomotive für wasserarme Gege[illegible] dürfte damit wohl offenbar sein. Da noch dazu der Brennstoffverbr[illegible] gegenüber demjenigen der Kolbenlokomotiven nur ungefähr 50 vH [illegible] trug, so kann die Ljungström-Lokomotive als eine besonders glück[illegible] Lösung des Lokomotivproblems bezeichnet werden.

[1]) Vergl. Z. Bd. 66 (1922) S. 1060.

Abb. 4 veranschaulicht das Aussehen der Turbinenlokomotive [illegible] jetzt für die Rechnung der Schwedischen Staatsbahnen gebaut [illegible] Auch für England wurde eine Turbolokomotive bestellt, die jetz[illegible] Bau begriffen ist. Bei einem Vergleich der Abb. 4 mit dem Aus[illegible] der ersten Ljungström-Lokomotive fällt sofort ein bedeutender U[illegible] schied in der Ausführung der Rauchkammer und der Stirnseite [illegible] Kesselwagens auf. Wie ersichtlich, ist bei der neuen Lokomotive [illegible] alte Luftvorwärmer durch den bereits über die ganze Welt beka[illegible] umlaufenden Luftvorwärmer Bauart Ljungström ersetzt, der sich [illegible] seine zylindrische Form dem Lokomotivkessel anpaßt und gewisserm[illegible] seine Fortsetzung bildet. Durch diesen Luftvorwärmer werden über [illegible] der Rauchgaswärme wiedergewonnen, so daß der Vorwärmer zusa[illegible] mit der Turbine und dem Kondensator ein Ganzes bildet, das in w[illegible] wirtschaftlicher Hinsicht den höchsten Anforderungen an gute B[illegible] stoffausnutzung entspricht.

Eine andre bemerkenswerte Versuchsfahrt fand auf der St[illegible] Katrineholm-Stockholm statt, wo die Turbinenlokomotive als Güte[illegible] lokomotive Verwendung fand. Besonders bemerkenswert war die [illegible] Anfahrzugkraft der Turbinenlokomotive, die einschließlich Lokomo[illegible] widerstand und Beschleunigungskraft nahezu 15 t betrug, währen[illegible] den entsprechenden Schnellzuglokomotiven der schwedischen S[illegible] bahnen nur ungefähr 9 t erreicht werden.

Zahlentafel 1. Ergebnisse der Versuchsfahrt.

Tag	25. [illegible]
Länge der Strecke Göteborg—Stockholm	459 [illegible]
Gewicht der Lokomotive	130 [illegible]
Gewicht der Wagen	393 [illegible]
Gewicht des Zuges	523 [illegible]
Brennstoff: Kohle	6290 k[illegible]
Brennstoffverbrauch	4230 [illegible]
Brennstoffverbrauch auf 1 km und 1000 t Zuggewicht bezogen	17,5 [illegible]
Fahrzeit einschl. Aufenthalt	8 h 5[illegible]
Durchschnittliche Geschwindigkeit einschl. Aufenthalt	51,5 [illegible]

Bemerkungen: Gesamter Wasserverbrauch 2 m^3, Lufttemperatur [illegible] Vakuum 80 bis 90 vH. [M 662]

Abb. 1. Ljungström-Turbolokomotive.

Abb. 2 und 3. Strecken- und Geschwindigkeitsplan der Linie Göteborg-Stockholm.

Abb. 4. Ljungström-Lokomotive, 1800 PS, Bauvorschlag für die schwedische Staatsbahn.

Hauptabmessungen:

Treibraddurchmesser	1530 mm	Gewicht auf den Treibrädern	49,5 t	Höchstgeschwindigkeit	90 k[illegible]
Dampfdruck	20 at	Größter Kohlenvorrat	8 t	Zugkraft	14,8 t
Rostfläche	3,1 m^2	Kondensator-Kühlfläche	1200 m^2	Leistung	1800 [illegible]
Heizfläche	121,8 m^2	Heizfläche des Luftvorwärmers	800 m^2	Spurweite	1435 [illegible]
Dienstgewicht	142,8 t				

Die Wirtschaftlichkeit des Triebwagenverkehrs.

Die allgemein bekannte Tatsache, daß vollbelastete Maschinen bzw. ...en und größere Einheiten die höchsten Wirkungsgrade, also die Energieausnutzung zeigen, muß auch in einem auf das Wirtschaft- gerichteten Eisenbahnbetrieb immer wieder berücksichtigt werden. ... ein andrer Betrieb ist in dieser Beziehung so ungünstig gestellt ...lie Eisenbahn und bei dieser wieder der Kleinbahnbetrieb. Die ...ndampflokomotive hat an sich nur einen Gesamtwirkungsgrad von 3 bis 7 vH[1]), die noch heiß umstrittene Turbinenlokomotive, die jedoch lediglich für den schweren Betrieb eignet, einen solchen ...twa 8 bis 15 vH. Für kleinere Einheiten und schwache Belastung ... man für eine Kolbendampflokomotive etwa 5 vH als höchsten ...ungsgrad rechnen müssen. Nimmt man z. B. für eine Kleinbahn-...otive eine Leistung von 30 PS_e an, so ergäbe sich bei stets voller ...ung der Maschine ein theoretischer Wärmeverbrauch von ... kcal/h, entsprechend einem theoretischen Kohlenverbrauch ...kcal/kg) von rd. 2,37 kg/h. Der wirkliche Kohlenverbrauch dürfte ...n Anbetracht des oben angeführten Wirkungsgrades von 5 vH auf ...h stellen, d. h. man brauchte 1,57 kg Kohle für 1 PS_eh.

...uch der elektrische Betrieb mit äußerer Stromzuführung genügt ...hwach belasteten Strecken nicht den Anforderungen an gute Wirt- ...lichkeit. Die Stromleitungsverluste spielen gegenüber der ge-. Fahrleistung eine so große Rolle, daß der Gesamtwirkungsgrad ...tark herabgedrückt wird. Man kann sich einen derartigen Betrieb ... solchen Gegenden leisten, wo genügend Wasserkräfte oder bil-. Brennstoffe zur Verfügung stehen.

...as einzige Mittel, derartige Kohlenvergeudung zu vermeiden, ... der Triebwagen in seinen verschiedenen Formen sein. Schon ...08 ist er auf den deutschen Bahnen als Dampftriebwagen, Akku-...rtriebwagen, benzol-elektrischer Triebwagen und diesel-elektrischer ...vagen eingeführt. Wirklich bewährt hat sich von diesen Bauarten ...ngs bisher nur der Akkumulatortriebwagen[2]), und zwar deshalb, ...lie maschinelle Ausrüstung der andern Bauarten zu verwickelt ...ie Wartung und Unterhaltung zu kostspielig war. Der Akkumula-...bwagen aber hat sich in jeder Hinsicht bewährt. Schon die Tat-... daß im Gegensatz zum Dampflokomotivbetrieb kein besonderes ...eug den Antrieb besorgen muß, deutet auf höheren Gesamt-...gsgrad. Nimmt man aber, um einen Vergleich zu haben, eine ...lere Akkumulatorlokomotive an, so findet man auch dafür schon ... besserer Energieumsetzung eine bessere Wirtschaftlichkeit als ...er Dampflokomotive. Eine 30 PS_e-Akkumulatorlokomotive werde ... zweimal mit frisch aufgeladener Batterie versehen[3]). Ihre Kapa-...bei dreistündiger Entladung sei 216 Ah. Täglich werden demnach: $\times$ ...6 = 432 Ah bei mittlerer Entladespannung von rd. 145 V oder ...Vh verbraucht. Bei einem Wirkungsgrad der Motoren von 0,8 ergibt ...ne Arbeit an den Rädern von 50,08 kWh, entsprechend 43 019 kcal. ... die Lokomotive während der ganzen Zeit von 6 Stunden voll ...utzt worden, so hätte man eine Arbeit von 30 × 6 = 180 PSh oder ...Vh, entsprechend einer Motorarbeit von $\frac{132}{0,8} = 165$ kWh oder ... kcal aufgewendet. Setzt man nun den Wirkungsgrad der zu-... den Hochspannungsleitung mit 0,95, den des Transformators mit ...en des Umformers mit 0,90, den der Batterie mit 0,75 an, so ergibt ...n gesamter Wirkungsgrad von 60,5 vH. Die von dem Kraftwerk ...ringende Arbeit müßte also $\frac{142\,000}{0,605} = 284\,000$ kcal betragen. Die ...Kraftwerk abgegebene Stundenleistung betrüge demnach $\frac{284\,000}{6}$ ...0 kcal/h. Nimmt man nun einen Wirkungsgrad für Turbinen, ... und Dynamo von 25 vH an, so erhält man einen Kohlenver-... (8000 kcal/kg) von $\frac{39\,000}{8000 \cdot 0,25} = 19,5$ kg/h für die 30 PS_e-Akkumu-...lokomotive. Auf die PS_eh umgerechnet, ergäbe sich ein Ver-... von rd. 0,65 kg/PS_eh. Das ist gegenüber der Dampflokomotive ...instig (etwa ein Drittel). Hinzu kommt jetzt noch, daß sich bei ...herer Belastung der Wirkungsgrad der Akkumulatorenlokomotive ...halten läßt als bei Dampfbetrieb. Die Verluste für Anheizen ...en weitere Nachteile für die Dampflokomotive, die oben noch ...erücksichtigt wurden. Zugunsten des Akkumulatorbetriebes spricht ...em, wie oben bereits angedeutet, die Möglichkeit, Zugmaschine ...ersonenwagen zu vereinigen, so daß totes Gewicht gespart wird ...e reinen Betriebskosten noch stärker sinken.

...eht man nun aber anderseits in Betracht, daß die Dampflokomo-... zusagen ihr eigenes Kraftwerk ist, für dessen Unterhaltung und ... wesentlich geringere Kosten aufzuwenden sind als für den Bau ... Instandhaltung des Elektrizitätswerkes mit umfangreichen Kessel-...urbinenanlagen, so bekommt die Rechnung ein andres Aussehen. ... ist allerdings hierbei die Voraussetzung gemacht, daß sämtliche ...en, die das Kraftwerk hat, verhältnismäßig dem Ladebetrieb zu-...eben werden, daß dieser also an den allgemeinen Unkosten ebenso ... wie die übrigen Abnehmer des Kraftwerkes. Einen Vergleich, ...e diese Verhältnisse berücksichtigt, gibt Wechmann[4]). Er ...cht einen neunachsigen Zug mit Dampfbetrieb, Lokomotive T^9, mit einem Akkumulatortriebwagen. Für ersteren ergibt sich bei einer durchschnittlichen Jahresleistung der Lokomotive von 50 000 km

für Betriebstoffe (Kohle, Wasser, Öl usw.)	0,428 ℳ/Zugkm
„ Beleuchtung	0,006 „
„ Reinigung und Unterhaltung	0,147 „
„ Verzinsung 5 vH	0,052 „
„ Personal	0,120 „
	0,753 ℳ/Zugkm.

Läßt man denselben Betrieb durch Akkumulatorentriebwagen erledigen, so ergeben sich folgende Kosten:

Betriebstoffe (außer Strom), Heizung und Beleuchtung	0,077 ℳ/Zugkm
Reinigung und Unterhaltung	0,183 „
Abschreibung (für Wagen 25 Jahre, für elektrische Ausrüstung 20 Jahre)	0,041 „
Verzinsung 5 vH	0,121 „
Personal	0,068 „
	0,490 ℳ/Zugkm.

Diese Summe enthält noch nicht die Stromkosten. Soll nun der Triebwagenverkehr genau so teuer werden wie Dampfbetrieb, so dürften die Stromkosten höchstens betragen:

$$0,753 - 0,490 = 0,263 \text{ ℳ/Zugkm.}$$

Da aber für leichte Akkumulatorwagen neuerer Bauart die Aufladearbeit 1,8 kWh/Zugkm ist, so ergibt sich ein Höchstsatz von 0,15 ℳ als Preis der kWh.

Sind die Stromkosten höher, so ist der Akkumulatorbetrieb unwirtschaftlich, sind sie niedriger, so ist er billiger als der Dampfbetrieb und kann ohne weiteres eingerichtet werden. Besonders zu beachten ist allerdings, daß Wechmann den Dampfbetrieb durch alte Lokomotiven verrichten läßt und so auf eine Abschreibung dieser verzichten kann. Oft wird man aber solche nicht zur Verfügung haben, so daß sich dann die Rechnung noch zu Gunsten des elektrischen Betriebes ändert.

Bei unwirtschaftlichem Akkumulatorwagenbetrieb würde die Einführung der Triebwagen mit Verbrennungsmotor besonders in Betracht kommen. Während bisher dieser Verkehr an der Betriebsunsicherheit der Verbrennungskraftmaschinen scheiterte, dürften Bedenken in dieser Richtung jetzt nicht mehr bestehen. Wechmann gibt auch hierfür ein Rechnungsbeispiel[5]). Er nimmt einen Zug aus einem Triebwagen und zwei Anhängern an, der etwa 89 000 ℳ (März 1924) kostet, und erhält folgende Werte:

Benzol, 600 g/Zugkm, 45 ℳ/100 kg	0,269 ℳ/Zugkm
Schmierung, Heizung, Beleuchtung	0,052 „
Reinigung und Unterhaltung	0,082 „
Abschreibung (für Wagen 25 Jahre, für Motor 5 Jahre)	0,100 „
Verzinsung	0,089 „
Personal	0,068 „
	0,660 ℳ/Zugkm.

Bei Schwerölbetrieb werden sich die Kosten auf etwa 0,50 ℳ/Zugkm ermäßigen. Der Betrieb ist also auf jeden Fall wirtschaftlich. Er wird es noch mehr bei der Verwendung von Sauggastriebwagen, deren Versuchsfahrten über größere Strecken sehr einwandfrei verlaufen sind, und die hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit den Benzoltriebwagen noch beträchtlich übertreffen. Die Hersteller einer solchen Bauart, die Deutschen Werke A.-G., Kiel, geben an, daß der Wagen durchschnittlich 1,2 kg Anthrazitkohle verbraucht habe gegenüber 0,4 bis 0,5 kg Benzol je km früher. Berücksichtigt man die höheren Anschaffungskosten dieser 70 PS-Wagen und setzt man die entsprechenden Brennstoffpreise ein, so ergibt sich gegen den Benzolbetrieb eine Ersparnis von 50 vH. Der Sauggastriebwagen läuft inzwischen fahrplanmäßig auf der Strecke Stade-Freiburg a. d. Elbe. Eine Geschwindigkeit von 36 km/h wird angegeben. Auch andere Firmen bauen ähnliche Triebwagen und man schenkt im allgemeinen diesen Bestrebungen, die gute wirtschaftliche Erfolge versprechen, große Aufmerksamkeit.

Bei dem Wettbewerb der verschiedenen Triebwagenbauarten wird man nun nicht immer auf den ersten Blick für eine bestimmte Form sich entscheiden können. Man wird vielmehr verschiedene Faktoren, wie Art der Strecke, Zugfolge, Geschwindigkeiten, Belastung usw. berücksichtigen müssen, um die wirtschaftlichste Bauart zu finden.

Ein Umstand wird noch besonders zu berücksichtigen sein, wenn es sich um die Einführung des Triebwagenverkehrs auf einer Strecke handelt: Die Psychologie der Fahrgäste[6]). Die größere Anpassungsfähigkeit und Beweglichkeit des Triebwagens besitzt eine stark werbende Wirkung. Wegen der geringen Verkehrsdichte auf den Kleinbahnen, der ungünstigen Anschlußmöglichkeit und der kleinen Geschwindigkeiten hat sich vor allem die Landbevölkerung und die der kleinen Städte von der Eisenbahn fortgewöhnt. Man benutzt Automobile, Fuhrwerke, Räder, Omnibusse, Straßenbahnen und bewirkt dadurch, daß der Verkehr der Eisenbahn immer weniger dicht und immer mangelhafter wird. Der Triebwagen bietet der Eisenbahnverwaltung ein Mittel, die gerügten Übelstände zu vermeiden und so zur Besserung in verkehrstechnischer und wirtschaftlicher Beziehung beizutragen.

[N 685] Dr.-Ing. Geisler.

[1]) Vergl. Z. Bd. 64 (1920) S. 673.
[2]) Vergl. Verkehrstechn. Woche 18. Jhrg. (1924) Heft 32.
[3]) Vergl. ebenda S. 295.
[4]) Vergl. ebenda.
[5]) ebenda.
[6]) ebenda S. 291.

Untersuchungen des Verschleißwiderstandes in Amerika.

Die Fachzeitschrift „Testing" vom Februar 1924 gibt einen Überblick über den Umfang der Arbeiten auf dem Gebiete der Verschleißfestigkeitsprüfung in den Vereinigten Staaten.

Von großem Interesse ist ein zusammenfassender wissenschaftlicher Bericht von Charles Osgood Reid über das ganze Gebiet der Abnutzungsprüfung, soweit es von Amerikanern selbst bearbeitet oder ihnen bekannt geworden ist[1]). In geschichtlicher Reihenfolge werden die Arbeiten von Bottone, Dudley, Benedicks, Stanton, Saniter, Robin und Brinell behandelt. Der Verfasser verweilt ausführlich bei dem erstgenannten Forscher. Bottone hat 1873 in der Fachzeitschrift „Chemical News" mitgeteilt, daß bei reinen Metallen, die aus dem Quotienten $\frac{\text{spezifisches Gewicht}}{\text{Atomgewicht}}$ ermittelte Härtezahl annähernd übereinstimmt mit der durch eine Eindruckprüfung gemessenen, wobei die Belastung eines Stahlzylinders von 10 mm Dmr., der bis zu einer bestimmten Tiefe in das zu prüfende Metall gedrückt wird, in ähnlicher Weise wie bei der Kugeldruckprüfung nach Martens-Heyn als Härtewert gilt. Bottone nahm den Abnutzungswiderstand bei reinen Metallen im gegossenen Zustand proportional ihrer Härte an und bildete eine Prüfvorrichtung ähnlicher Art aus, wie sie die MAN als Bauart Spindel baut. Er läßt eine Scheibe aus weichem Eisen gegen den Werkstoff mit mäßiger Drehgeschwindigkeit anlaufen und mißt die Zeit, die erforderlich ist, um bei bestimmtem Anpreßdruck und bestimmter Umfangsgeschwindigkeit eine Höhlung von bestimmter Tiefe einzuschneiden.

Reid zollt den Arbeiten Bottones und seiner weitschauenden Auffassung gebührende Anerkennung, hebt indes hervor, daß diese frühen Versuchsergebnisse wohl auf den gegossenen Zustand zutreffen, nicht aber für einen durch Walzen oder andere mechanische Formgebungsarbeit oder Wärmebehandlung veränderten Zustand gelten. Er fügt hinzu, daß Abnutzungswiderstand und Härte der Werkstoffe als gesonderte Begriffe zu gelten haben und getrennt behandelt werden müssen, daß erstere eine Funktion zweier Eigenschaften ist, der Härte und der Bildsamkeit (ductility). Selbst der Begriff Härte schließt mehrere Eigenschaften ein. Man wird ihm auch in der weiteren Auffassung zustimmen müssen, daß Abnutzungswiderstand kein eindeutiger Begriff ist, sondern seine Einheitsgröße für die verschiedenen Arten der Betriebsbeanspruchung zu ändern ist und gewisse Unterschiede der Benennung tragen wird. Man wird das gleiche Prüfverfahren nicht für Schienenstahl und Radiergummi anwenden, ebensowenig wie die Anwendung des Sandstrahlgebläses zur Prüfung des Stahls von Kugellagern oder die Verwendung der Amsler-Maschine zur Abnutzungsprüfung von Stahl für Turbinenschaufeln angebracht wäre. Reid betrachtet den Abnutzungswiderstand der Werkstoffe vorzüglich als eine Funktion der Kohäsionskräfte ihrer Gefügebestandteile, abgesehen von deren Härte. Seine Bestimmung aus dem Grad der Bearbeitbarkeit durch spanabhebende Werkzeuge erscheint ihm darum nicht ausreichend, weil bei mechanischer Bearbeitung, z. B. durch Bohren, nur ein örtlich begrenztes kleines Angriffsfeld vorliegt, während die Abnutzungskräfte auf ein größeres Stoffvolumen wirken. Der Vorgang der mechanischen Bearbeitung drückt sich nach Reid etwa dahin aus, daß zunächst der Widerstand des Werkstoffs gegen die Scherkraft überwunden werden muß und sodann seine Bildsamkeit von entscheidendem Einfluß auf die Energiemenge ist, die verbraucht wird, um die förmliche Trennung des angerissenen Stückes herbeizuführen.

Es werden des weiteren die Ergebnisse einer zwölfjährigen Beobachtung an eingebautem Schienenstahl, welche Dr. Dudley in Altona vor 34 Jahren ansetzte und durch Zerreißversuche ergänzte, besprochen. Dudley fand, daß hoher Verschleißwiderstand der Schienen im Gleise begleitet wurde 1) von einem hohen Dehnungswert beim Zerreißversuch mit dem zugehörigen Schienenstahl, 2) von der höheren Bruchfestigkeit, wenn Vergleichstähle gleichen Dehnungswert besaßen, 3) von feinkörnigem Gefüge, wenn Dehnung und Festigkeit gleiche Werte hatten. Dem Berichter Reid scheint die feinkörnige Beschaffenheit des Gefüges das hauptsächlichste Merkmal hohen Abnutzungswiderstands zu sein.

Die Arbeit von Benedicks aus dem Jahre 1900 geht auf die Lehre Bottones über den Einfluß der Atomkonzentration auf die Härte zurück. Hiernach wird die Härte einfacher Körper durch die Atomzahl in einem bestimmten Raum gemessen und ist die Härte von Legierungen und festen Lösungen abhängig von der Höhe des osmotischen Drucks.

Über die vom Engländer Dr. Stanton 1908 angegebene Prüfvorrichtung teilt Reid mit, daß sie aus einem auf zwei Rollen gelagerten Stahlring, welcher durch die Reibung einer dritten, belasteten Rolle angetrieben wurde, bestand. Die Achsen der drei Rollen sowie die des Ringes waren wagerecht angeordnet, die Berührungslinien der drei Rollen mit dem Ring waren um 120° auf seinem Umfang versetzt, die belastete Rolle befand sich im Scheitel. Es lag mithin nicht nur Abnutzung durch rollende Reibung, sondern auch eine dreimal während jeder Umdrehung sich wiederholende Biegungsbeanspruchung des Stahlrings vor. Als Zeichen hohen Verschleißes machten sich Abblätterungen auf der Außenseite des Ringes und feine Haarrisse auf der Außen- oder Innenseite oder auf beiden Seiten gleichzeitig bemerkbar. Bei den Vergleichversuchen hatten zumeist diejenigen Ringe die größere Lebensdauer, welche die größere Härte besaßen, doch wurden auch Ausnahmen beobachtet. Bei weicheren Stahlsorten machte sich der Einfluß der Kaltbearbeitung durch den Anpreßdruck der oben auf dem Stahlring gelagerten Rolle bemerkbar. Der gleiche Einfluß wurde auch bei Beobachtung des Gewichtverlustes von weichen und harten Schi[enen,] die durch eine bestimmte Zugzahl befahren wurden, gefunden. [V]on 65 000 Zügen bewirkten die ersten 30 000 auf weicheren Schienen gr[ößere] Gewichtsabnahme als auf härteren, die nächsten 30 000 bis 65 000 [ab]nützten jedoch die härteren Schienen verhältnismäßig mehr ab al[s die] befahrenen weicheren.

Im gleichen Jahre 1908 trat Saniter, dem das Prüfverf[ahren] seines Landsmannes Stanton mehr eine Untersuchung der Ermüd[ungs]festigkeit als des Abnutzungswiderstands erschien, mit einer beach[tens]werten Prüfanordnung vor das Iron and Steel Institute. Er gab de[m zu] prüfenden Werkstoff die Form eines Zylinders, lagerte ihn fest und [ließ] ihn in einem gehärteten Stahlring, der mit seiner Außenseite in [einem] Kugellager saß und mit etwa 100 kg belastet wurde, laufen. Die 1[...] breite, zylindrische Scheibe wurde motorisch angetrieben und nahm [den] Stahlring durch Reibung mit. Hierdurch sollten ähnliche Abnutz[ungs]verhältnisse, wie sie zwischen Rad und Schiene bestehen, nachge[ahmt] werden. Als Maß der Abnutzung galt die Abnahme des Scheibendu[rch]messers in Zehntausendstel Zoll während 200 000 Umdrehungen. [Das] Prüfverfahren Saniters ist noch jetzt im Londoner Materialprüfan[t] Gebrauch. Die Wirkung des Anteils der gleitenden Reibung a[n der] rollenden, welche z. B. im Eisenbahnbetrieb bei der Bewegung des [...] auf der Schiene in gewissem Maße vorliegt, ist nicht mit erfaßt w[or]den.

Reid erwähnt sodann die Versuche von Felix Robin aus [dem] Jahre 1910, die Verschleißfestigkeit der Prüfkörper durch Reiben [mit] Sandpapier bestimmter Körnung und bei bestimmter Belastung [zu er]mitteln. Robin fand, daß die Abnutzung mit zunehmender R[eibge]schwindigkeit und mit dem Anpreßdruck wächst, wobei letztere[r] größeren Einfluß besitzt. Der gefundene Abnutzungswiderstand [...] Vergleichkörper war nicht immer proportional ihrer Härte. Es ma[g] Einfluß der Erwärmung durch die anhaltende, gleitende Reibun[g] dieser Versuchsanordnung wohl übersehen sein.

Die Versuche von Hurst 1918 befassen sich mit Gußeisens[orten,] die durch verschiedenen Graphitgehalt und verschiedene Art seine[r An]ordnung im Gefüge gekennzeichnet sind. Reid teilt Ergebnisse [ni]cht mit, sondern verweist nur auf den dem Carnegie Scholarship Me[...] des Iron and Steel Institute vorgelegten Bericht.

Das von Brinell angegebene Abnutzungsprüfverfahren wir[d a]ls wertvoll beurteilt, wenn seine Ergebnisse gut ausgelegt, d. h. unte[r Be]rücksichtigung der Art der nachzuahmenden Betriebsbeanspruchun[g] gewertet werden.

[N 668] Füchse[l]

[1]) Vergl. „Testing" Febr. 1924

Wirtschaftlichkeit beim Anstrich von Eisenbauwerken.

Die Deutsche Reichsbahn besitzt schätzungsweise 1,45 Mill. t [Eisen]bauwerke (Brücken, Bahnhofshallen, Eisenhochbauten aller Art) [die] durch Anstrich gegen Rost und Rauchgasangriff geschützt w[erden] müssen. Vor dem Kriege rechnete man mit der Erneuerung de[s An]striches in Pausen von je fünf Jahren; nach dem Krieg ist diese [Fr]ist noch wesentlich zurückgegangen, weil während des Krieges Ersatzf[ar]ben aller Art verarbeitet werden mußten, die häufig wenig oder gar [kein] Leinöl, dafür aber umsomehr Teer enthielten. Auch nach der Krie[gs]zeit kam bis zum heutigen Tage die bessere Farbe wegen ihres hö[he]ren Preises bei den vorgeschriebenen Ausschreibungs- und Vergebun[gsver]fahren meistens nicht zur Anwendung, denn gewöhnlich wurden [...] nur die billigsten Angebote berücksichtigt.

Im allgemeinen steigt die Dauerhaftigkeit von besseren Rosts[chutz]farben in stärkerem Maße als die durch die Verbesserung be[dingte] Preiserhöhung. Aber selbst wenn Lebensdauer und Preiserhöhun[g] in gleichem Verhältnis zunehmen sollten, würde die Wirtschaftli[chkeit] eines Anstriches durch eine Preiserhöhung in geringerem Maß[e be]einträchtigt werden, als sie durch Lebensdauererhöhung verbe[ssert] würde. Dieser Umstand findet darin seine Begründung, daß di[e Ar]beitskosten eines Anstriches im Verhältnis zu den Farbstoffkosten [sehr] hoch sind. Durch das folgende Beispiel möge nachgewiesen werde[n, wie] in normalen Fällen die Wirtschaftlichkeit von Rostschutzanstriche[n ver]schiedener Güte und Lebensdauer durch den verschiedenen Prei[s der] Farben beeinflußt wird.

Die Kosten der ersten Farbe sollen bei vierjähriger Lebens[dauer] ein Fünftel der Anstreichkosten betragen; die zweite Farbe sei [...] teurer, dafür soll aber ihre Lebensdauer infolge besserer Güte a[uf] demselben Verhältnis steigen, also 5 Jahre betragen. Die Anst[reich]kosten seien in beiden Fällen gleich, und zwar 1000 ℳ, dann betr[agen] die Gesamtanstrichkosten im ersten Falle $1000 + \frac{1000}{5} = 1200$ ℳ, s[o]da[ß] bei vierjähriger Lebensdauer auf ein Jahr der vierte Teil gleich [...] entfällt. Bei der zweiten Farbe belaufen sich die Gesamtkoste[n a]uf $1000 + \frac{1000}{5}\left(1 + \frac{25}{100}\right) = 1250$ ℳ. Da sich hier die Lebensdau[er a]uf 5 Jahre erhöht, kommen also auf ein Jahr nur 250 ℳ. Die Wirts[chaft]lichkeit ist also trotz Verwendung teurerer Farbe infolge ihrer grö[ßeren] Lebensdauer um 16,7 vH erhöht worden.

Durch eine solche Erhöhung der Wirtschaftlichkeit würden b[ei der] Deutschen Reichsbahn jährlich erhebliche Ersparnisse gemacht w[er]de[n.] Legt man die verminderte Lebensdauer der Rostschutzanstrich[e a]us der Nachkriegzeit mit vier Jahren zugrunde, so würden nach den [ob]igen Angaben jährlich $\frac{1\,450\,000}{4} = 362\,500$ t Eisenbauwerke zu streichen [s]ein, die einen Kostenaufwand von etwa 7 250 000 ℳ erfordern. K[önnen] hiervon 16,7 vH infolge wirtschaftlicher Auswahl der Farbstoffe e[r]...

...ten, so vermindert sich der jährliche Kostenaufwand für die Unter...ung des Anstriches der Eisenbauwerke um 1 208 0000 ℳ.

Würden bei dem oben ausgeführten Beispiel die Zahlen noch un...stiger in bezug auf den Preis der Farbe ausfallen, so würde die ...tschaftlichkeit des haltbaren Anstriches doch überraschend wenig ...on berührt werden. Es betrage in dem eben ausgeführten Beispiel ... Haltbarkeit des Anstriches zum Preise von 1200 ℳ fünf Jahre, also ... Jahr mehr als in dem vorigen Beispiel angenommen worden. Dies ...spricht einer Jahresrate von 240 ℳ für Anstrichunterhaltungskosten; ... anderer Anstrich erfordere bei sechsjähriger Haltbarkeit und einem ... 50 vH höheren Preis der Farbe 1300 ℳ; obgleich hier also die Halt...keit der teureren Farbe nur um 20 vH größer ist, während ihr Preis ...r um 50 vH höher liegt, beträgt die Jahresrate für Unterhaltungs...kten nur 216 ℳ, also immerhin noch 10 vH weniger als bei der ...geren Farbe. In Abb. 5 ist der zusammenwirkende Einfluß von ...ensdauer und Farbkosten auf die Wirtschaftlichkeit des Anstrichs ...lich dargestellt. Hierin enthält die Abszisse die Verhältniszahlen ...chen Farb- und Anstrichkosten und die Ordinate die Jahresraten ... Gesamtanstrichkosten auf 1000 ℳ Anstrichkosten berechnet. Die ...ken Linien zeigen dann das gradlinige Anwachsen der Jahresraten ... zunehmenden Farbkosten bei gleicher Lebensdauer des Anstrichs; ... zwar erkennt man an der verschiedenen Neigung dieser Linien, daß ... Einfluß der Farbkosten auf die Wirtschaftlichkeit bei geringerer L...nsdauer größer ist als bei höherer Lebensdauer. Die gestrichelten L...en geben an, wie sich die Wirtschaftlichkeit des Anstrichs ändert, w...n Lebensdauer und Farbkosten in gleichem Verhältnis zunehmen, w...rend bei den punktierten Linien die Farbkosten schneller als die L...nsdauer, und zwar im Verhältnis 50 : 20 wachsen (s. obiges Zahlen...piel). Man ersieht an dem Fallen aller dieser Kurven, daß die Wirt...s...ftlichkeit selbst bei diesen ungünstigen Verhältnissen, die in Wirk...lichkeit kaum erreicht werden, in keinem Falle ungünstig, sondern stets g...stig beeinflußt wird.

In manchen Fällen bei teuren Entrostungsarbeiten kann sich aber ... weit krasser die Wirtschaftlichkeit des Anstriches zugunsten der te...eren, dabei aber haltbareren Farbe verschieben. Das folgende Bei...sp... möge einen solchen Fall erläutern. Die Entrostungskosten eines gr...en Eisenbauwerkes mittels Sandstrahlgebläses betrugen einschließ...lich aller Nebenunkosten 35 000 ℳ, die eigentliche Anstreicherarbeit er...fo...rte 8000 ℳ, und der Preis der erforderlichen Farbe war 2000 ℳ, die G...mtkosten des Anstriches betrugen also 45 000 ℳ. Bei fünfjähriger H...barkeit des Anstriches stellten sich die jährlichen Unterhaltungs...k...en für den Anstrich demnach auf 9000 ℳ. Für eine andre Spezial...fa..., die um 50 vH teurer angeboten war, wurde eine Haltbarkeit von se...s Jahren gewährleistet. Da die Gesamtkosten des Anstriches in di...m Falle 46 000 ℳ betrugen, kam der jährliche Anteil nur auf 7666 ℳ. Di... Wirtschaftlichkeit der um 50 vH teureren Farbe war hier bei nur ei... Jahr längerer Haltbarkeit doch schon um 15 vH höher als die der bil...eren Farbe.

Eine sechsjährige Haltbarkeitsdauer gewöhnlicher Brückenanstriche wi... sich bei systematischer Auswahl geeigneter Farben im Durch...sc...itt erreichen lassen; es erscheint daneben aber sehr wohl möglich, ... durch Ausnutzung neuzeitlicher Fortschritte auf dem Gebiete des A...richwesens auch eine Lebensdauer des Anstriche von sieben bis ... Jahren erzielt werden kann, wodurch die Ersparnismöglichkeiten ... wesentlich weiter vermehrt werden.

Wie kann nun die Lebensdauer eines Rostschutzanstriches und ...t dessen Wirtschaftlichkeit erhöht werden?

Zunächst käme für die Beschaffung einer guten Rostschutzfarbe die ...ge Auswahl des Farbkörpers in Frage. Durch umfangreiche Ver...su...e ist festgestellt, daß gewisse Farbkörper unter allen Umständen ...gen und daher für die Herstellung guter Rostschutzfarben aus...ge...lossen sein sollten. Solche Farbkörper sind z. B. Kreide, Litho..., künstlich hergestellte Eisenoxyde usw. Diese Farbkörper wirken ... mehr rostfördernd als rostschützend. Dann gibt es weiter eine ...hl Farbkörper, die für die Haltbarkeit des Anstriches ziemlich un...lich sind, jedoch die gute Farbe selbst durch schnelles Absetzen ... unbrauchbaren Bodensatzes vermindern. Unter diese fällt in erster ... Schwerspat. Drittens gibt es Farbkörper, die anerkanntermaßen ... guter rostschützender Wirkung sind; vor allem sind hier die Blei... Chromfarben zu nennen. Die Güte und Haltbarkeit der Rostschutz...f...n kann weiter durch geeignete Auswahl und Behandlung der Fir...is...demittel sehr wesentlich beeinflußt werden. Gewöhnlich kommt ...ür die Herstellung einwandfreier Rostschutzfarben reiner Leinölfirnis ...age; denn durchschnittlich hat sich bei Verwendung von Rostschutz...f...n, die nicht mit reinem Leinölfirnis hergestellt waren, eine Ver...schl...erung der Güte gezeigt. Indessen kann dies nicht unbedingt ver...all...meinert werden, denn die Erzeugnisse verschiedener Farbenfabriken ... inzwischen bewiesen, daß auch durch Verwendung von andern F...indemitteln sehr wertvolle Farben herzustellen sind.

Nach Professor Dr. Eibner von der Versuchsanstalt und Auskunfts...te für Maltechnik an der Technischen Hochschule München, der wohl ...iner der ersten auf die Empfindlichkeit des Leinölfilms gegen W...er aufmerksam machte, ist die Leinölhaut in chemischer und phy...sik...scher Hinsicht ein Wasserspeicher. Hieraus erklärt sich, daß in ...sen Fällen reine Leinölfarben, und seien es die besten Bleiweiß-... Bleimennigefarben, dennoch als rostschützende Mittel versagen. An Br...en, eisernen Unterführungen und ähnlichen Stellen, wo die Rauch...gase der Lokomotiven sehr stark einwirken, haben sich bis heute noch ...rlei Rostschutzfarben so recht bewährt. Berücksichtigt man, daß ...nit Leinöl abgebundenen Farben wenig widerstandsfähig gegen Wassereinwirkung sind, also das mit sauren Bestandteilen gesättigte Niederschlagwasser aus Rauchgasen, Luftfeuchtigkeit, Regen usw. leicht in sich aufnehmen und bis zum Eisenuntergrund durchsickern lassen, so ist es ohne weiteres verständlich, daß hier der Rostschutz einer solchen selbst besten Leinöl-Bleifarbe nicht hoch sein kann.

Wie die Betriebsverhältnisse bei der Eisenbahn nun einmal liegen, ist ein recht beträchtlicher Teil aller Eisenbauwerke den Rauchgasen der Lokomotiven ausgesetzt und erfordert bessere und widerstandsfähigere Rostschutzfarben als gewöhnliche Leinölfarben sein können. Hier hat sich nun nach neuen bei der Reichsbahn durchgeführten Versuchen gezeigt, daß bei Farben, die an Stelle des wenig wasserfesten Leinölfirnisses ein wasserfest behandeltes Ölbindemittel enthielten, die Rostschutzkraft ganz wesentlich erhöht wurde. Hierdurch ist ein außerordentlich bedeutsamer technischer Fortschritt in der Herstellung wirklich rauchgasfester Farben erzielt. Mit der Klärung dieser Fragen, die die neueste Errungenschaft der Rostschutztechnik darstellt, befaßt sich das Eisenbahnzentralamt zurzeit selbst und ist mit planmäßigen Versuchen hierüber noch beschäftigt. Da bei diesen Farben keine reine Leinölbindung, die nicht hinreichend wasserbeständig ist, in Frage kommen kann, so können hier nur die Sondererfahrungen einzelner Fabriken in der Ölbehandlung zu Rate gezogen werden. Die Brauchbarkeit der Farben könnte in diesem Falle weniger durch Analyse festgestellt werden, wie es bei den gewöhnlichen reinen Ölfarben der Fall ist, sondern hier spielen die Leistungsfähigkeit und Vertrauenswürdigkeit der herstellenden Firma und gegebenenfalls der Ausfall einer Schnellprüfung, der die Farben ausgesetzt werden müßten, eine ausschlaggebende Rolle.

Abb. 5. Einfluß der Lebensdauer und Farbkosten auf die Wirtschaftlichkeit des Anstriches.

Von ganz wesentlicher Bedeutung für die Haltbarkeit eines Rostschutzanstriches ist neben der richtigen Zusammensetzung der Rostschutzfarbe selbst die sorgfältige Vorbereitung des zu streichenden Untergrundes. Nur eine schärfere Prüfung hinsichtlich der tatsächlichen Entrostung der neu zu streichenden Eisenbauwerke und die Durchführung der Anstriche bei gutem Wetter können Hand in Hand mit der Auswahl wirklich zuverlässiger Rostschutzfarben gute, wetterfeste Anstriche für normale Arbeiten gewährleisten.

Nachdem Professor Dr. Eibner den Beweis von der hohen Wasserdurchlässigkeit der Leinölfarben erbracht hat, liegt der Gedanke nahe, bei rauchgefährdeten Anstrichflächen zum mindesten den Grundanstrich auf Eisen möglichst wasserundurchlässig herzustellen. Das Eisenbahnzentralamt hat angesichts der großen volkswirtschaftlichen Bedeutung dieser Frage Vergleichversuche durchgeführt und dabei festgestellt, daß beträchtliche Fortschritte hinsichtlich der Rauchgasbeständigkeit von Rostschutzfarben zu erzielen sind. Diese neuen Arbeiten können natürlich nur als teilweise abgeschlossen gelten. Es wäre deshalb zu wünschen, wenn wissenschaftliche Fachkreise sich mit der weiteren Klärung dieser Fragen befassen würden, um Richtlinien für ihre chemische Förderung zu geben; denn es fehlt zweifellos bei den Verbrauchstellen an einer wirklichen Aufklärung in Rostschutzfragen.

Berlin. Hülsenkamp.

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuths Abteilung Sortiment, bezogen werden. Es empfiehlt sich, bei der Bestellung stets den Verleger anzugeben.

Zeitgemäße Heißdampflokomotiven, zugleich eine Ergänzung des Handbuchs „Die Dampflokomotiven der Gegenwart", von Dr.-Ing. eh. Robert Garbe, Geh. Baurat, vorm. Mitglied des Reichsbahn-Zentralamts Berlin. 2. Aufl. Berlin 1924, Julius Springer. 184 S. Preis Gm. 14.

Noch einmal erhebt der altbekannte 77 jährige Fachmann des Lokomotivbaues, der wie kein anderer auf eine langjährige Erfahrung und erfolgreiche Arbeit auf diesem Sondergebiete zurückschaut, seine Stimme, um auch für den ferneren Weg seinen Fachgenossen Richtlinien für den Bau einfachster und leistungsfähigster Lokomotiven zu geben. Deutschland ist durch die Folgen des Krieges arm geworden. Darum zurück zur Einfachheit! Fort mit allem Überfluß. Unausgesetztes Studium muß uns zur äußersten wirtschaftlichen Ausnutzungsmöglichkeit auch im Lokomotivbau bringen. So lesen wir es in und zwischen den Zeilen. Die Herausgabe eines neuen Werkes erschien dem Verfasser notwendig als Ergänzung seines im Jahre 1920 in 2. Auflage erschienenen Handbuches „Die Dampflokomotiven der Gegenwart". Aber das Werk bildet auch ein in sich abgeschlossenes Ganzes, dessen einzelne Abschnitte wiederum beachtenswerte Abhandlungen darstellen. Im einzelnen der Wärmeübertragung bei Lokomotivkesseln gewidmet, wird in mühevoller Arbeit auf teilweise weit zurückliegende Forschungs- und Versuchsarbeiten aufgebaut, um Grundlagen zu schaffen für die richtige Erkenntnis des Wesentlichen bei der Wärmeübertragung in Lokomotivkesseln. Diese Erkenntnis soll zu möglichst einfachen und wirtschaftlichen Lokomotivbauarten führen. Von jeher ist der Verfasser für eine Vereinheitlichung aller austauschbedürftigen Bauteile eingetreten. Bei aller Anerkennung der großen Opfer und Arbeiten in der Vereinheitlichung neuer, noch nicht genügend erprobter Lokomotivgattungen nach ausländischen Mustern und Vorbildern vermag er aber in dem bisher Geleisteten den richtigen Weg zu einem gesunden Fortschritt nicht zu erblicken. Die Erhöhung des Achsdruckes auf 20 t gestattet den Ausbau der Heißdampflokomotive, deren Studium, deren Entwicklung und Ausbau der Verfasser als seine Lebensaufgabe betrachtet, mit erhöhter Leistungsfähigkeit und höchster Wirtschaftlichkeit. Das ist der Grundgedanke des vorliegenden Werkes. Es ist in 6 Abschnitte geteilt. Der erste bringt die neueste Entwicklung des Lokomotivbaus und eine Übersicht über den Bau neuerer Heißdampflokomotiven. 26 Abbildungen zeigen die Ausführungen, und in 19 Zahlentafeln sind die Versuchsergebnisse in- und ausländischer Eisenbahnverwaltungen niedergelegt, deren richtige Würdigung zu gesundem Fortschritt in der Entwicklung des Lokomotivbaus führen kann.

Es folgen im 2. Abschnitt Untersuchungen der Rost- und Heizflächenbeziehungen bei Dampflokomotiven, in dem umfassende theoretische Ableitungen Aufschluß über die gesetzmäßige Abhängigkeit der Wärmeübertragung von Gestalt und Größe der Feuerbüchs- und Rohrheizfläche geben. Es wird nachgewiesen, daß die Maße der Heiz-, Rauch- und Überhitzerrohre in bestimmtem Verhältnis zueinander stehen müssen. Zahlreiche Zahlentafeln und Schaulinien erläutern das und führen zur rechnerischen Bestimmung der Wärmeübertragung. Hohe Wirtschaftlichkeit wird durch hohe Heißdampftemperaturen erzielt. Die Bedingungen zur Erreichung dieses Ziels mit kleinsten Rost- und Heizflächenmaßen werden untersucht. Sehr bemerkenswert sind die Ergebnisse dieser Untersuchungen, die sich in allen wesentlichen Punkten mit den im dritten Abschnitt in dankenswerter Ausführlichkeit dargelegten feuertechnischen Erfahrungen des Verfassers decken. Aus den wichtigsten Angaben der Verbrennungstheorie, aus Versuchsergebnissen und praktischer Erfahrung wird die beste Gestalt des Feuerraums (der Feuerbüchse) und des Rostes abgeleitet. Bei dieser Gelegenheit werden praktische Erfahrungen über richtige Feuerhaltung und über das Beschickungsverfahren bei schmalen Feuerbüchsen, bei langen, tiefliegenden Rosten mitgeteilt, die nicht genug der Beachtung empfohlen werden können.

Im vierten Abschnitt werden die Versuchsergebnisse auf dem Prüfstand der Pennsylvaniabahn in Altoona und die anderer Eisenbahnverwaltungen verarbeitet. Sie bestätigen die theoretischen Abhandlungen des zweiten Abschnittes und gestatten Schlußfolgerungen auf das Verhältnis der Heizfläche zur Rostfläche und deren Gestaltung.

Die Ergebnisse der vier ersten Abschnitte werden im fünften Abschnitt ausgearbeitet zu Ausführungsforderungen für den Bau und Betrieb einfacher und zeitgemäßer Lokomotiven. Der Verfasser tritt mit voller Überzeugung für die Beibehaltung der Heißdampf-Zwillinglokomotive und die Verstärkung der bewährtesten Gattungen ein. Nachdem die Anwendung eines Achsdruckes von 20 t freigegeben ist, genügen die bisherigen Gattungen nach Einführung der Verstärkungen vollkommen den Anforderungen. Seine Hauptforderung ist: „Steigerung der Überhitzung, besonders bei kleinen und mittleren Leistungen der Lokomotiven auch im Durchschnitt 330° im Schieberkasten". Hierzu gehört eine in einen Plattenrahmen eingebaute, schmale, lange und tiefgebaute Feuerbüchse mit feuerungstechnisch richtig gebautem Rost und darüber ein möglichst hoch angebrachter, langer Feuerschirm, ferner ein geräumiger Aschkasten mit möglichst großen Luftklappen; eine sachgemäße Feuerhaltung durch den Heizer und die Möglichkeit leichtester Feuerreinigung bzw. Abschlackung des Rostes. Für letzteres gibt der Verfasser die Bauart eines einfachen Klapprosts, der hinsichtlich schneller und leichter Handhabung nicht zu übertreffen sein dürfte. Einige Einzelbauteile werden alsdann noch empfehlend beschrieben.

Der sechste Abschnitt gibt dem Leser die Berechnung der verstärkten 2 C-Heißdampf-Zwillinglokomotive, die zum Bau dringend empfohlen wird. Zum Schluß folgt ein Anhang, der die Hauptabmes gen sowie die Quellenangaben neuerer Heißdampflokomotiven vers dener Eisenbahnverwaltungen enthält.

Mit innerster Überzeugung sind die Abhandlungen niedergesc ben. Und mag auch hier und da ein Fachmann ihnen nicht sofort pflichten können oder wollen, so wird doch keiner der Arbeit vollste Anerkennung versagen können. Auf reicher Erfahrung, durch Theorie und Versuchsergebnisse gestützt wird, sind die Au rungen aufgebaut, die nicht allein dem in der Praxis stehenden mann, sondern auch dem Studierenden und angehenden Fachmann reiche Quelle des Wissens bieten. Der beste Erfolg wird dem dienstvollen Vorkämpfer für den Ausbau einfachster und wirtschaftl Heißdampflokomotiven sicher sein. [E 682] van He

Die dieselelektrische Lokomotive. Von Prof. G. Lomonossoff. dem Russischen übersetzt von Dr.-Ing. Erich Mrongrovius. lin 1924, VDI-Verlag G. m. b. H. 188 S. mit Abb.

Die erste ausgeführte Thermolokomotive gibt sicherlich Grund ge ein Buch darüber zu schreiben, zumal wenn als Verfasser der Sch dieser Lokomotive verantwortlich zeichnet. Die Diesellokomotive ginnt, Wirklichkeit zu werden, und die Erbauer stellen ihre Pläne Erörterung. Mit den Erwägungen und Entwürfen zu der Maschine sie sich auf Grund des vorliegenden Werkes darstellen, wird sic fachgenössische Kritik noch auseinanderzusetzen haben. Hier sei auf die buchmäßige Behandlung des gesamten Fragenkomplexes ein v eingegangen.

Der erste Abschnitt der Schrift ist der Vorgeschichte der Lok tive gewidmet und zeichnet in kurzen Zügen ihre einzelnen Ent lungstufen vom ersten Straßenfahrzeug mit einer Dampfmaschin Antriebmittel bis zu den ersten schmalspurigen Thermolokomotiven Kriegzwecke. Nach einer kritischen Würdigung des mißglückten suches aus dem Jahre 1909, eine normalspurige Thermolokomotive für preußische Staatsbahn zu bauen, verweilt der Verfasser bei den wägungen wirtschaftlicher und technischer Art, die zu den ersten würfen für Thermolokomotiven in Rußland führen und ihm daher b ders nahestehen. Seine eigenen, zum Teil abweichenden Anschauu verdichten sich allmählich zu einem eigenen Entwurf. In ihr entsche des Stadium treten die tastenden Versuche mit dem Zusammen des russischen Verkehrswesens nach dem Krieg, der mit dem Au programm den Weg für neue Gedanken freimacht. Den Gesch schreiber fesselt hier besonders die ins Einzelne gehende Darste der Kämpfe, die der Verfasser in der Folgezeit gegen seine Fa nossen um die Durchsetzung seines Planes zu führen gehabt hat die schließlich mit dem Bau einer dieselelektrischen Lokomotive seinen Angaben in Deutschland enden.

Der zweite Teil des Buches enthält die ausgezeichnete Bes bung dieser Lokomotive[1]), deren Darstellung, vor allem der neuen teile, recht eingehend gehalten ist. Hier kommt also der Konstru zu seinem Recht. Aber auch dem Studierenden sollte man diese schnitt in die Hand geben, um ihm eine Vorstellung zu vermitteln der Entwurf eines Maschinenteiles im Ausgleich der verschiede durchaus nicht gleichlaufenden Erwägungen und Rücksichten entst

Der dritte Abschnitt endlich befaßt sich mit der Vorbereitung Durchführung und den Ergebnissen der Versuche an der Lokom Über die theoretischen Grundlagen der Versuche ist der Leser Zeitschrift aus früheren Veröffentlichungen von Prof. Lomonossoff richtet[2]), so daß sich eine Besprechung an dieser Stelle erübrigt. Int verdient in diesem Abschnitt namentlich die Beschreibung des ortbeweglichen Lokomotivprüfstandes, der eigens für Versuche a Thermolokomotive erbaut worden ist.

Während die Dampflokomotive recht lange auf eine Schild ihrer Entwicklung hat warten müssen, hat die Thermolokomotive b in den Anfängen ihren Geschichtschreiber gefunden. Jetzt hat zu die Lokomotive selbst ihre praktische Eignung zu erweisen.. [E 6 Kurt Schu

Über dieselelektrische Lokomotiven im Vollbahnbetrieb. Theorie triebsverhältnisse und Wirtschaftlichkeit. Von Dr.-Ing. Her Brown, Baden (Schweiz). Zürich 1924, Ernst Waldmann.

Jeder Konstrukteur von Diesellokomotiven sollte diese Schrift auch dann, wenn er keine elektrische Übertragung gewählt hat. allgemeinen Betrachtungen im ersten Teil über die Möglichkeit Bau großer Diesellokomotiven behandelt der Verfasser im zweiten die Eigenschaften des Dieselmotors mit Zubehör, die elektr Motoren und Maschinen sowie die Regelungsverfahren nach den deren Anforderungen des Eisenbahnbetriebes. Dabei wird besc die sehr schwierige Frage der Kühlung sehr gründlich unter ziehung der Thomaschen und eigener Versuche erörtert. Dadurch die Berechnung des Kühlers auf eine ziemlich sichere Grundlag stellt. Im dritten Teil, den praktischen Betriebsverhältnissen, wi Aufstellung der Leistungs- und Fahrdiagramme entwickelt, jedoch in wirtschaftlicher Beziehung der Schluß gezogen werden, daß b sern heutigen Brennstoffpreisen die dieselelektrische Lokomotive zu hoher Anschaffungskosten der Dampflokomotive unterlegen ist. gut ausgestattete Schrift bildet einen wertvollen Beitrag zur Lit der Diesellokomoiven. [E 684] F. Meine

[1]) s. Z. Bd. 68 (1924) S. 939.
[2]) s. Z. Bd. 68 (1924) S. 198 und S. 849

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

NR. 39 | SONNABEND, 27. SEPTEMBER 1924 | BD. 68

Wärmetechnik.

INHALT:

Der Einfluß des Hochdruckdampfs auf die Entwicklung industrieller Dampfanlagen.

Von Prof. Chr. Eberle, Darmstadt.

Die Untersuchungen über die Abhängigkeit des Wärmeverbrauchs der Dampfmaschine vom Dampfdruck und der Speisewassertemperatur zeigen, daß bei der Kondensationsmaschine schon bei 30 at der Einfluß sehr gering ist, während der Wärmeverbrauch der Gegendruckmaschine durch den Anfangsdruck bei wesentlich höheren Drücken noch sehr günstig beeinflußt wird. Um diesen Vorteil des Hochdruckdampfes auszunutzen, sollte der Heizkraftmaschine durch die Schaffung von Heizkraftwerken die größte Verbreitung gesichert werden.

Die Schmidtschen Versuche, worüber O. H. Hartmann[1]) auf der Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure 1921 in Kassel berichtete, haben die Aufmerksamkeit der gesamten Wärmetechnik der Benutzung von hochgespanntem Wasserdampf zugewendet. Zwar waren die wärmetechnischen Vorteile, die sich insbesondere für die mit Auspuff und höherem Gegendruck arbeitende Dampfmaschine bei der Anwendung hochgespannten Dampfes ergaben, längst erkannt, und es hat auch nicht an zum Teil erfolgreichen Versuchen gefehlt, Wasserdampf von hohem Druck und hoher Temperatur für den Maschinenbetrieb zu verwenden. Besonders für die auf den Auspuffbetrieb angewiesene Lokomotivmaschine konnte man bei Steigerung des Druckes und der Temperatur erhebliche wärmetechnische Vorteile erwarten. Verschiedene Konstrukteure erstrebten deshalb für diese schon vor Jahrzehnten wesentliche Drucksteigerungen. So hat die Hanomag schon Anfang dieses Jahrhunderts Dampfwagen nach Patent Stoltz[2]) hergestellt, die mit Dampf von 50 at und 450 °C betrieben wurden.

Schmidt hat mit seinen Mitarbeitern in langjähriger mühevoller opferreicher Arbeit eine Dampfkraftanlage, die mit 60 at betrieben werden konnte, geschaffen, diese zu hoher wärmetechnischer Vollkommenheit entwickelt und durch eingehende Untersuchungen gezeigt, daß man die Wärme des Dampfes in der Kolbenmaschine in wesentlich höherem Grad ausnutzen kann, als bis dahin bekannt war. Daß in dem vollkommen oder zu einem großen Teil im Überhitzungsgebiet arbeitenden Hochdruckzylinder mehrstufiger Maschinen und in den mit überhitztem Dampf betriebenen Einzylindermaschinen hohe thermodynamische Wirkungsgrade erreicht werden, war durch Versuche von Schröter[3]), Eberle[4]), Gutermuth[5]) und Heilmann[6]) nachgewiesen. Die von Schröter untersuchte Kerchove-Maschine hat bei 10 at Anfangsdruck, 300 °C Eintrittstemperatur und 1,7 at Gegendruck im Hochdruckzylinder einen thermodynamischen Wirkungsgrad von 86 vH geliefert. Ebenso hat Gutermuth durch seine Versuche an einer Wolfschen Lokomobile, in deren Hochdruckzylinder der Dampf von 16 at und 329 °C auf 2,0 at expandiert, einen thermodynamischen Wirkungsgrad von 86 vH nachgewiesen. Eberle hat an der mit hohem Gegendruck arbeitenden Einzylindermaschine der Dampftechnischen Versuchs-Anstalt des Bayerischen Revisions-Vereins in München bei 14,1 at Anfangsdruck, 275 °C Dampftemperatur beim Eintritt in den Zylinder sowie bei 3,93 at abs Gegendruck hinter der Maschine einen thermodynamischen Wirkungsgrad von 88 vH erhalten. Für eine mit Gegendruck arbeitende Einzylindermaschine in einer Papierfabrik hat er bei 14,5 at abs Eintrittsspannung, 256 ° Eintrittstemperatur und 2,94 at abs. Gegendruck den thermodynamischen Wirkungsgrad 79 vH festgestellt. Dagegen hat der Niederdruckzylinder der von den vorgenannten Forschern untersuchten Maschine nur thermodynamische Wirkungsgrade von 50 bis 66 vH erreicht.

Die Schmidtschen Arbeiten haben gezeigt, daß man durch Zwischenüberhitzung und weitgehende Expansion des Arbeitsdampfes selbst bei sehr guter Luftleere für das ganze Druckgefälle des Dampfes einen sehr hohen thermodynamischen Wirkungsgrad erreichen kann. Nach Zahlentafel 3 des Hartmannschen Berichtes hat die vierstufige Schmidtsche Maschine bei 55 at Eintrittspannung und 0,05 at Kondensatorspannung in den vier Stufen thermodynamische Wirkungsgrade von 91, 79,8, 78,6 und 80 vH geliefert.

Dampfmaschinen für reine Krafterzeugung.

Die Ergebnisse der Schmidtschen Arbeiten und der übrigen einschlägigen Forschungen sollen im folgenden dazu benutzt werden, den Einfluß des Dampfdruckes auf den Dampf- und Wärmeverbrauch der Dampfmaschine zu zeigen. Dabei soll angenommen werden, daß alle Stufen des Druckgefälles mit einem thermodynamischen Wirkungsgrad von 80 vH arbeiten. Diese Annahme ist nach den Ergebnissen der Schmidtschen Versuche für die Kolbenmaschine berechtigt; bezüglich der Wärmeausnutzung in der Dampfturbine, die bekanntlich in den letzten Jahren eine starke Entwicklung durchmacht, wird auf den Bericht von Prof. Dr. Zerkowitz verwiesen[7]).

Als Grundlage sollen die neuen Dampftabellen von Knoblauch, Raisch und Hausen[8]) benutzt werden, wonach Abb. 1 hergestellt ist. Um die Abweichungen dieser Dampftabellen von den Schüleschen zu zeigen, habe ich einige Werte nach Schüle, und zwar die Gesamtwärme von gesättigtem und überhitztem Dampf, gestrichelt eingezeichnet. Nach den beiden Bearbeitungen nimmt die Gesamtwärme von trocken gesättigtem Dampf von 40 at an ab; die Abweichung der Gesamtwärme beträgt bis 40 at etwa 2 vH; für hohe Überhitzung auf etwa 400 ° nähern sich die beiden Kurven bis auf weniger als 1 vH.

[1]) Z. Bd. 65 (1921) S. 663. [2]) Z. Bd. 49 (1905) S. 1710. [3]) Z. Bd. 47 (1903) S. 1. [4]) Z. bayr. Revisions-Ver. Bd. 11 (1907) S. 85, Bd. 13 (1909) S. 41 [5]) Z. Bd. 52 (1908) S. 1593. [6]) Z. Bd. 55 (1911) S. 986.

[7]) vergl. S. 1026 dieses Heftes.
[8]) Z. Bd. 67 (1923) S. 723.

Abb. 1. Abhängigkeit des Wärmeinhalts vom Druck.

Abb. 3 und **4.** Mehrstufige Speisewasservorwärmung.

In Abb. 2 sind für die vollkommene Maschine, die mit dem Kondensatordruck von 0,05 at arbeitet, Dampf- und Wärmeverbrauch in Abhängigkeit vom Dampfdruck für die Dampftemperaturen von 350 und 400° dargestellt, und zwar sind die Wärmeverbrauchzahlen für Speisewasser von 0°, 0,05 at Kondensatordruck und Verwendung der vollkommenen Maschine bei Steigerung des Druckes von 20 auf 60 at von 1820 auf 1615 kcal/PSh, also um etwa 11 vH gesunken. Die Abnahme des Wärmeverbrauchs vermindert sich wesentlich mit zunehmendem Druck und beträgt für die Drucksteigerung von 50 bis 60 at nur noch 1,65 vH.

Abb. 2 läßt bereits den großen Einfluß der Verwendung des die Maschine verlassenden Dampfwassers zur Kesselspeisung auf den Wärmeverbrauch erkennen. Dieser Einfluß ist so bedeutend, daß er der Wirkung der Dampfdrucksteigerung von auf 60 at gleichkommt. In wesentlich stärkerem Maße läßt der Wärmeverbrauch der Kondensationsmaschine durch stufenweise Anwärmung des Speisewassers bis in die Nähe Temperatur des gesättigten Hochdruckdampfes mittels des Arb dampfes beeinflussen. Das Verfahren wurde schon vor m als zwei Jahrzehnten in Amerika[1]) angewendet; anläßlich Einführung von hochgespanntem Dampf wird mit voller Ber tigung erneut darauf hingewiesen[2]). In seiner Wirkung stim das Verfahren mit der Zwischendampfentnahme zu Heizzwec überein; seine Durchführung wird durch die Abb. 3 und 4 s matisch und im Wärmediagramm dargestellt. Einer dreistufig dachten Maschine (Kolbenmaschine oder Turbine) werden hi der ersten und zweiten Stufe die Dampfmengen g_1 und g_2 zogen, deren Wärme in den Heizschlangen a und b an das Spe

[1]) „Power", Sept. 1899, Z. bayr. Revisions-Ver. Bd. 4 (1900) S. 30.
[2]) Stodola, Dampf- und Gasturbinen, 5. Aufl. S. 1086.

Abb. 2. Dampf- und Wärmeverbrauch der vollkommenen Maschine in Abhängigkeit vom Druck. $p_2 = 0{,}05$ at abs.

Abb. 5. Wärmeverbrauch einer Kondensationsmaschine in Abhängig vom Druck. Kondensationsdruck $p_2 = 0{,}05$ at abs.

. er übertragen wird. Das in den Heizschlangen entstehende .pfwasser wird durch die Kondenstöpfe c und d abgeführt und . in einer Heizschlange e seine überschüssige Wärme an das .ewasser ab; schließlich vereinigt sich das Wasser mit dem . Oberflächenkondensator der Maschine abfließenden Dampf-.er. In dem Speisebehälter sammelt sich sonach der gesamte .Maschine zugeführte Dampf als Dampfwasser von der Tem-.ur t_1, die in der Heizschlange e auf t_1' und im Stufenvor-.ier auf t_2 erhöht wird. Die Temperatur t_2 kann beliebig nahe .ie Temperatur des der Maschine zugeführten Sattdampfes .gebracht werden. Die Dampfmengen g_1 und g_2 geben in .chlangen a und b die in Abb. 4 schraffierten Wärmemengen .s Speisewasser ab. In Schlange e und im Speisebehälter . auch die Flüssigkeitswärme dieser Dampfmengen dem .ewasser zugeführt. Die Übertragung der Wärme des Heiz-. fes, der in dem Prozeß einen Kreislauf vollzieht, erfolgt so-. mit verhältnismäßig kleinem Temperaturgefälle in thermo-. nisch recht vollkommener Weise.

In Abb. 5 sind Dampf- und Wärmeverbrauch einer Konden-.smaschine dargestellt, die mit dreistufiger Expansion und .henüberhitzung hinter den einzelnen Stufen arbeitet; der .odynamische Wirkungsgrad in den einzelnen Stufen sei .. Die Linien a, b und c stellen Dampf- und Wärmever-.h der Maschine dar unter der Annahme, daß die Über-.ng jeweils soweit geführt wird, daß in jeder Stufe am Ende .xpansion gerade Sättigung erreicht wird. Die Linien d . gelten für die sonst gleichen Arbeitsbedingungen, jedoch . iehrstufiger Vorwärmung des Speisewassers. Aus dem Ver-. der Linien c und e ist der große Einfluß dieser Vorwär-. sehr klar zu erkennen. Die mit 27 at Anfangspannung .ende Maschine mit mehrstufiger Vorwärmung ist der mit .arbeitenden Maschine mit Speisewasser von 0° hinsichtlich .ärmeverbrauchs gleichwertig. Auch diese Darstellung zeigt, .i der guten Kondensationsmaschine der Einfluß der Druck-.rung bis zu 30 at Anfangsdruck ergiebig, von da ab bis .verhältnismäßig gering ist. Die Steigerung von 20 bis 30 at . die gleiche Verminderung des Wärmeverbrauchs wie die .te Druckerhöhung von 30 auf 60 at. Auch ist aus der Dar-.ng der mit dem Anfangsdruck wachsende Einfluß der mehr-.n Speisewasservorwärmung auf den Wärmeverbrauch zu er-.n.

Nicht unerwähnt darf bleiben, daß eine Maschine nach den .egten Grundsätzen mit 60 at Anfangspannung, 0,05 at Kon-.ordruck, Überhitzung, Zwischenüberhitzung nach den oben .hten Angaben und 80 vH thermodynamischem Wirkungs-grad der einzelnen Druckstufen und mehrstufiger Speisewasser-vorwärmung einen Wärmeverbrauch von 1840 kcal/PSh erreichen würde. Wir wissen aus dem Hartmannschen Bericht, daß die höchste Druckstufe der Kolbenmaschine noch höhere thermodynamische Wirkungsgrade als hier angenommen, erreicht; der berechnete Wärmeverbrauch liegt sonach heute schon in den Gren-

Abb. 8. Gegendruck $p_2 = 6$ at abs.

Abb. 6. Gegendruck $p_2 = 1{,}5$ at abs.

Abb. 7. Gegendruck $p_2 = 3$ at abs.

Abb. 6 bis 8. Wärmeverbrauch der Gegendruckmaschine in Abhängigkeit vom Druck.

zen des Erreichbaren. Das bedeutet mit den üblichen Maschinenwirkungsgraden und einem Kesselwirkungsgrad von 85 vH einen Gesamtwärmeverbrauch von 3500 kcal/kWh, das ist der Wärmewert von 0,5 kg Kohle von 7000 kcal/kg Heizwert. Anderseits zeigt die Darstellung, daß die mit 30 at nach den gleichen Grundsätzen arbeitende Maschine einen Wärmeverbrauch von 2000 kcal/kWh und einschließlich aller Verluste einen Wärmeverbrauch von 3700 kcal/kWh, aus Brennstoff bezogen, erwarten läßt.

Heizdampfmaschinen.

Die bisherigen Betrachtungen gelten für Verhältnisse, die in Kraftwerken oder in Betrieben mit vorwiegendem Kraftbedarf zutreffen. In industriellen Anlagen tritt sehr häufig zum Kraftbedarf ein bedeutender Wärmeverbrauch hinzu. Im Folgenden soll gezeigt werden, welche Erfolge für die sogenannte Heizdampfmaschine aus der Steigerung des Anfangsdruckes zu erwarten sind. Wir verstehen darunter eine Dampfkraftmaschine, deren gesamter Abdampf bei irgendeinem Druck zu Heizzwecken Verwendung findet. Für unsre Berechnungen nehmen wir an, der Arbeitsdampf trete in die Maschine mit einer so hohen Überhitzung ein, daß er am Ende der Expansion gesättigt ist; ferner soll die gesamte Verdampfungswärme des Abdampfes zu Heizzwecken nutzbar gemacht und die gesamte Flüssigkeitswärme mit dem Speisewasser in die Kessel zurückgeführt werden.

Abb. 9. Schema einer mehrstufigen Gegendruckmaschine mit Heißwasser als Wärmeträger.

Die Linien in den Abb. 6, 7 und 8 sind für die Gegendrücke von 1,5, 3,0 und 6,0 at abs entworfen. Die Linien *a* zeigen den spezifischen Wärmeverbrauch bei 0 °C Speisewassertemperatur, die Linien *b* den Verbrauch bei der dem Gegendruck entsprechenden Speisewassertemperatur; die Linien *c* geben die Heizwärme an, die für je 1 PSh zu Heizzwecken verfügbar bleibt, die Linien *d* die Leistung, die für je 1000 kcal Heizwärme aus dem Heizdampf gewonnen werden kann. Die größte Beachtung verdienen diese Linien *d*, die bis zum Druck von 60 at noch stark ansteigen. Die einer zu Heizzwecken gebrauchten Wärmemenge von 1000 kcal entsprechende Maschinenleistung wächst sonach bis zu dem höchsten hier betrachteten Druck von 60 at noch erheblich, und zwar um so stärker, je höher der Gegendruck ist. Schlägt man zu der durch die Linien *c* dargestellten Heizwärme den Wärmeverbrauch der Kondensationsmaschine nach Abb. 5 (Linie *e*) hinzu, so erhält man in Abb. 6, 7 und 8 die Linien *e* für den Gesamtverbrauch bei reinem Kondensationsbetrieb und Heizung mit Frischdampf.

Der schraffierte Abstand der Linien *b* und *e* ist die durch die Gegendruckmaschine erreichte Wärmeersparnis, die durch die Linien *f* in vH des Gesamtwärmeverbrauches bei Kondensationsbetrieb dargestellt ist. Diese Wärmeersparnis bewegt sich bei 1,5 at abs Gegendruck und Anfangsdrücken von 10 bis 60 at zwischen 25 und 30 vH, bei 3 at abs Gegendruck und den gleichen Druckgrenzen zwischen 18 und 27 vH und bei 6 at abs Gegendruck zwischen 9 und 23,5 vH. Der vom Heizmaschinen- oder Gegendruckbetrieb zu erwartende Erfolg wächst also mit dem Anfangsdruck, und zwar um so mehr, je höher jeweils der Gegendruck ist; je höher der Anfangsdruck ist, desto geringer wird die Abhängigkeit der Wärmeersparnis vom Gegendruck.

Die wärmetechnischen Erfolge der Steigerung des Anfangsdruckes sind sonach bei der Gegendruckmaschine bis hinauf zu 60 at wesentlich größer als bei der reinen Kondensationsmaschine.

Weiter lassen die Abb. 6, 7 und 8 erkennen, daß beim h sten Anfangsdruck von 60 at die Wärmeersparnis gegenüber Kondensationsmaschine für die Gegendrücke von 1,5, 3,0 6,0 at abs 30, 27 und 23,5 vH beträgt. Bei kleinerem Anfa druck, z. B. 10 at, würde die entsprechende Wärmeersparnis 25, 18 und 9 vH betragen haben. Diese Zahlen beweisen, daß bei der Verwendung hoher Anfangsdrücke die Wärmeerspa mit abnehmendem Gegendruck bedeutend wächst.

Die Wahl des Gegendruckes ist bedingt durch die verla Heiztemperatur; ohne Rücksicht auf Druckverluste und die forderlichen Temperaturgefälle in den Heizapparaten muß Gegendruck einer Dampftemperatur entsprechen, die der gefor ten höchsten Temperatur des Heizprozesses gleich ist. Hierd ist die unterste Grenze des Gegendruckes für jeden Einzelfall geben, und diesem Druck muß man sich daher aus wärme nischen Gründen nach Möglichkeit nähern.

Wenn ich hier auf die Beschränkung des Heizdruckes besonderem Nachdruck hinweise, so geschieht dies aus der fahrung, daß man in zahlreichen, weitaus den überwiegen Fällen in industriellen Heizanlagen bedeutend höhere Heizdr anwendet. Beispielsweise haben die meisten Heizapparate Textilindustrie[1]) Temperaturen unter 100 ° zu erzeugen, arb aber doch in der Regel mit Drücken von 3 bis 6 at. Ganz äh ist es in andern wärmeverbrauchenden Industrien, wie in Papier-, chemischen Industrie usw. Wollte man bei dem such, höhere Anfangsdrücke zu verwenden, diesen Zustand berechtigt oder wirtschaftlich belanglos bezeichnen, so würde die Erzielung der bei Gegendruckbetrieb erreichbaren Er dauernd unmöglich machen.

Ein neues Heizverfahren.

An dieser Stelle soll auch eine Lösung besprochen we die ermöglicht, den Wirkungsgrad des Heizdampfbetriebes steigern, ohne die Heiztemperatur herabzusetzen. Braucht man einen Heizzweck eine Heiztemperatur t_1, der ein Dampfdruc entspricht, so ist dieser der Gegendruck der Dampfkraftmasc wenn deren Abdampf zur Heizung benutzt wird. Heizt man Wasser von der gleichen Temperatur t_1, das sich in den apparaten auf t_2 abkühlt, so muß das Wasser von t_2 auf t_1 d den Gegendruckdampf erwärmt werden. Dies kann ähnlich in Abb. 3 in Stufen erfolgen, so daß der Arbeitsdampf e weise bis zu einem wesentlich niedrigeren Druck als p_1 a nutzt werden kann.

Das Schema einer solchen Anlage zeigt Abb. 9. *a* ist Warmwasserbehälter, worin das im Kreis umlaufende W durch den Gegendruckdampf von t_2 auf t_1 erwärmt wird. schen die Vor- und Rücklaufleitung sind die Heizapparate schaltet. Die Pumpe *b* erzeugt den Kreislauf des Wassers. Heizkörper *c*, *d* und *e* sind an die einzelnen Stufen der stufigen Gegendruckmaschine angeschlossen und erwärmen Wasser entsprechend dem Druck des Dampfes in den einz Stufen allmählich von t_2 auf t_1. Nehmen wir an, t_1 betrage 1 und das Wasser kühle sich in den Heizapparaten auf 90 ° so beträgt die Erwärmung 60 °. Soll jede der drei Stufen Erwärmung leisten, so müßte die unterste Schlange auf die zweite auf 130 ° und die dritte auf 150 ° erwärmen. man den Dampfdruck in jeder Heizschlange so, daß die en chende Temperatur um 5 ° höher als die geforderte Wasse peratur ist, so erhält man eine dreistufige Maschine mit den drücken $p_1 = 5{,}5$ at abs, $p_2 = 3{,}2$ at abs und $p_3 = 1{,}7$ at abs

Der Wärmeverbrauch einer solchen dreistufigen Mas die in jeder Stufe mit überhitztem und am Ende der Expa gerade gesättigtem Dampf arbeitet, ist in Abb. 10 durc Linie *a* dargestellt, die gewonnene Heizwärme, das ist d das umlaufende Wasser abgegebene Wärme, durch die Li Trägt man an die Linie *b* den Wärmeverbrauch der Kondensationsmaschine an, so erhält man Linie *c* u der schraffierten Fläche die Wärmeersparnis durch den G druckbetrieb. Linie *d* zeigt den Verlauf der Wärmeersparnis in Abhängigkeit von den Anfangsdrücken. Ein Vergleich Ergebnisse mit den in Abb. 8 dargestellten läßt den erheb Erfolg der Verwendung des Heißwassers als Wärmeträge kennen. Die in Abb. 8 durch Linie *f* dargestellte W ersparnis wurde als Linie *e* in die Abb. 10 übert Während nach Abb. 8 für 30 at Anfangsdruck nur Ersparnis von 19,5 vH nachgewiesen werden konnte, beträ nach Abb. 10 für den gleichen Anfangsdruck 24 vH. Selb ständlich muß das Heißwasser unter einen seiner Temp

[1]) Z. Bd 67 (1923) S. 256.

sprechenden Druck gesetzt werden; es gibt bereits Anlagen, Heißwasser unter ähnlichen Verhältnissen zur Heizung be-zt wird. Die Möglichkeit solcher Ausführungen kann sonach bewiesen gelten.

Kupplung von Kraft- und Heizbetrieb.

Die industriellen Anlagen können vom Standpunkt der Kraft- Wärmeversorgung in drei Gruppen geteilt werden:
Anlagen mit großem Kraft- und verschwindendem Wärmebedarf.
Anlagen mit großem Kraft- und Wärmebedarf.
Anlagen mit kleinem Kraft- und überwiegendem Wärmebedarf.

Während die Anlagen 1. keine oder nur sehr geringe Mög-keiten für die Vereinigung der Kraft- und Wärmeversorgung ien, ist in den Anlagen 2. und 3. diese Vereinigung in vielen len möglich, und im Laufe der letzten Jahrzehnte sind zahl-che Anlagen entstanden, wo man diesen Gedanken mit großem zen durchgeführt hat, den vollen nach den bisherigen Dar-ungen möglichen Erfolg hat man jedoch nur selten erzielt.

Durch Zahlentafel 1 wird an einer Reihe praktischer Bei-le gezeigt, wie die Verhältnisse in manchen industriellen An-n liegen. In den acht Beispielen könnte man schon bei An-dung eines verhältnismäßig geringen Anfangsdruckes mit dem rderlichen Heizdampf die vom Betriebe gebrauchte Kraft er-zen. Beachtet man weiter, daß sich in den meisten betrach-n Anlagen der Heizdruck (Gegendruck) noch bedeutend herab-en ließe, wenn die Heizapparate und die Dampfleitungen ent-chend ausgebaut würden, so könnte man die Kraft bei noch ngeren Anfangsdrücken mit der angegebenen Heizdampfmenge innen.

Um zu zeigen, welche Energiemengen man mit dem gefor-en Heizdampf bei einem angegebenen Gegendruck gewinnen nte, habe ich in Spalte 5 der Zahlentafel 1 die Leistungen einen Anfangsdruck von 40 at und für Maschinen, die unseren bisherigen Annahmen in den einzelnen Stufen mit thermodynamischen Wirkungsgrad von 80 vH arbeiten, be-net. Unter diesen Voraussetzungen ergeben sich die in te 6 angegebenen Energieüberschüsse. Die 8 Fabriken der lentafel 1 könnten sonach mit ihrer Heizwärme 12 000 bis 00 PS mehr erzeugen als sie für ihren eignen Betrieb brauchen.

Für ein sehr großes Textilwerk, wo die Verhältnisse für Heizkraftbetrieb besonders günstig liegen, sind in Abb. 11 h den Linienzug *a* der Heizdampfverbrauch und die daraus innbare Energie und durch den Linienzug *b* der Kraftbedarf estellt. Auch in dieser Fabrik könnten also unausgesetzt 1000

bb. 10. Wärmeverbrauch der mehrstufigen Gegendruckmaschine in Abhängigkeit vom Druck.

Zahlentafel 1.
Kraft und Wärmebedarf verschiedener Industrien.

Nr.	Art des Betriebes	Kraftbedarf PS	Wärmebedarf	Mögliche Krafterzeugung bei 40 at PS	Kraftüberschuß PS
1	Textilwerk	800	10 000 — 15 000 kg/h Dampf von 3 at abs 20 m³/h Wasser von 90°	1710 — 2570 730	1640 — 2500
2	Textilwerk	200	10 000 — 12 000 kg/h Dampf von 3 at abs 50 m³/h Wasser von 90°	1700 — 2040 1830	3330 — 3670
3	Textilwerk	400	1000 — 2000 kg/h Dampf von 3 at abs 70 m³/h Wasser von 35°	170 — 340 1130	900 — 1070
4	Textilwerk	400	10 000 — 12 000 kg/h Dampf von 6 at abs	1240 — 1400	840 — 1000
5	Textilwerk	800	30 000 — 35 000 kg/h Dampf von 6 at abs	3720 — 4340	2920 — 3540
6	Gummiwarenfabrik	300	4000 — 6000 kg/h Dampf von 6 at abs	500 — 750	200 — 450
7	Zellstofffabrik	1000	6000 kg/h Dampf von 6 at abs 6000 kg/h Dampf von 3 at abs	740 1030	770
8	Lederfabrik	1000	7000 — 15 000 kg/h Dampf von 3 at abs 50 m³/h Wasser von 40°	1200 — 2570 1020	1220 — 2590

bis 2000 PS mehr gewonnen werden als der eigne Betrieb erfordert. Zur Zeit bezieht aber dieses Werk ⅔ der erforderlichen Energie aus einem Überlandnetz.

Die Zahl der Beispiele, in denen wie hier kein Ausgleich zwischen Kraft- und Wärmeverbrauch gefunden werden kann, ließe sich beliebig vermehren. In andern Industriezweigen als den hier genannten, liegen die Verhältnisse ähnlich. Der Nutzen, der sich durch die Schaffung von Hochdruckanlagen mit vollkommener Ausnutzung des Heizdampfes zur Krafterzeugung erzielen läßt, kann sich aber in sehr vielen industriellen Anlagen nur zu einem geringen Teil auswirken, weil Kraft- und Heizdampfbedarf dem technisch erreichbaren Verhältnis nicht entsprechen. Selbst dort, wo sich im Durchschnitt Kraft- und Wärmeverbrauch befriedigend ergänzen, wird keine vollkommene Ausnutzung des Dampfes erreicht, weil Kraft- und Wärmebedarf voneinander unabhängig schwanken.

Ausgleich zwischen Kraft- und Heizwärmebedarf.

Zwischen die Kraftmaschine und die Heizdampfverbraucher muß deshalb ein Ausgleich eingeschaltet werden. Dient der Abdampf der Maschine unmittelbar als Träger der Heizwärme, so ist

Abb. 11. Kraft- und Heizdampfverbrauch eines Textilwerkes.

Abb. 12. Leistung des Dampfspeichers in Abhängigkeit vom Dampfdruck und Druckgefälle.

ein entsprechend bemessener Dampfspeicher zu verwenden, bei Benutzung von Heißwasser als Wärmeträger kann man dieses zum Ausgleich heranziehen. Die Wirkung des Dampfspeichers, bezogen auf 1 kg Wasserinhalt, wächst mit dem zugelassenen Druckgefälle und sinkt mit dem Dampfdruck. In Abb. 12 sind die Beziehungen zwischen Dampfdruck, Druckgefälle und Ausgleichleistung dargestellt. Ist beispielsweise der höchste zulässige Speicherdruck 6 at abs, so stellt die Strecke *bc* die Speicherleistung in kg Dampf dar, welche auf 1000 kg Wasserinhalt des Speichers dem Druckabfall von 6 auf 3 at entspricht. Der starke Abfall der Speicherwirkung mit dem Druck führt ebenfalls zu der Forderung, den Heizdruck (Gegendruck) so niedrig wie möglich zu erhalten. Je niedriger der Heizdruck, desto leichter kann man wirkungsvolle Wärmespeicher in das System einschalten und um so wirtschaftlicher läßt sich die Anlage gestalten.

Wollen wir uns der Verwirklichung des Gedankens, allen Heizdampf vor seiner Verwendung für die Krafterzeugung auszunutzen, nähern, so ist ein Ausgleich zwischen den Kraft- und Wärmeverbrauchern in großem Ausmaß unerläßlich. Was bis jetzt auf diesem Gebiete trotz der jahrzehntelangen Verbreitung des Gedankens geschehen ist, ist beschämend wenig. Obwohl es schon längst Anlagen gibt, die den Heizdampf zur Krafterzeugung vollkommen ausnutzen und die gewonnene Energie, die im eignen Unternehmen nicht nötig ist, als elektrischen Strom weitergeben, obwohl an verschiedenen Beispielen einwandfrei nachgewiesen ist, daß man den Gedanken schon bei den geringen Anfangsdrücken von 10 bis 15 at mit wirtschaftlichem Nutzen durchführen kann, hat das Verfahren selbst in der Zeit der großen Kohlennot, wo die Anwendung dieses wirksamen Mittels zur Brennstoffersparnis besonders nahe lag, nur wenig Eingang gefunden, weil

Abb. 13. Wärmeverluste bei Fortleitung von Sattdampf in Abhängigkeit von Dampfdruck und Dampfmenge.

die Verwertung der auf diesem Wege gewonnenen Energie im [illegible] gemeinen großen Schwierigkeiten begegnet.

Der einfachste Weg, die Energie an einen oder meh[illegible] Nachbarbetriebe abzugeben, kann nur dann beschritten wer[illegible] wenn dies ohne Benutzung öffentlicher Wege möglich ist. [illegible] die Unternehmungen durch Übergänge getrennt, die nur öff[illegible] liche Elektrizitätswerke benutzen dürfen, so hat man recht[illegible] Hindernisse zu überwinden. Es sind sogar Fälle bekannt, [illegible] man Unternehmungen, deren Betriebe durch einen öffentlic[illegible] Weg getrennt waren, nicht gestattet hat, den auf der einen [illegible] der Straße von einer Heizkraftmaschine gelieferten Dampf [illegible] die andere Seite zu leiten, obwohl Dampf- und Warmwas[illegible] leitungen zwischen diesen Teilen lange Jahre verlegt waren. S[illegible] dort, wo unter der Straße eine Unterführung für den Ver[illegible] zwischen beiden Teilen des Unternehmens vorhanden war, w[illegible] die Übertragung von elektrischer Energie nicht zugelassen. [illegible] technische Schwierigkeit besteht ferner darin, daß die anfall[illegible] Überschußenergie vom Heizdampfverbrauch abhängt, also [illegible] Bedarf des Abnehmers nicht angepaßt werden kann, es sei d[illegible] daß man dies durch entsprechend bemessene Ausgleicher ([illegible] cher) bis zu einem gewissen Grad erreicht. Selbstverstän[illegible] wird die Energie durch die Beschränkung der Liefermöglich[illegible] bedeutend entwertet.

Zentrale Heizkraftwerke.

Die technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Sch[illegible] rigkeiten werden bis zu dem Grade vermindert, wo sie die Du[illegible] führung des Gedankens nicht mehr hindern können, wenn [illegible]

Abb. 14. Wärmeverlust bei Fortleitung von Heißwasser in Abhängigkeit von der Wassermenge.

benachbarte Unternehmungen zum Bau gemeinsamer Heizk[illegible] werke entschließen, welche allen Teilnehmern elektrische Ene[illegible] und Wärme liefern. Dieses Vorgehen hat folgende Vorteil[illegible]

1. Die Vereinigung verschiedenartiger Werke schafft s[illegible] einen sehr wirksamen Ausgleich durch die Verschie[illegible] artigkeit des Bedarfes der Teilnehmer an Kraft und Wä[illegible]
2. Ein großes Werk kann man, ohne seine Wirtschaftlich[illegible] zu beeinträchtigen, in sehr vollkommener Weise ausbi[illegible] und dadurch die Brennstoffwärme besser ausnutzen al[illegible] mehreren kleineren Betrieben.
3. Der Betrieb eines zentralen Kraftwerkes liegt in den Hä[illegible] von Fachleuten, die ihre ganze Sorgfalt der guten K[illegible] und Wärmewirtschaft zuwenden, während in den Ei[illegible] werken die Dampfanlage häufig nur einen Nebenbet[illegible] darstellt.
4. Die Verluste durch Betriebsunterbrechungen und Anhe[illegible] werden vermindert.
5. Die Kosten der Bedienung und Instandhaltung des zentr[illegible] Kraftwerkes bleiben wesentlich hinter den entspreche[illegible] Kosten aller Einzelwerke zurück.
6. Das Heizkraftwerk kann mit Überlandwerken für b[illegible] Teile günstige Abkommen hinsichtlich des Stromausgle[illegible] abschließen.

Auch die Anlagekosten eines Hauptwerkes werden im [illegible] gemeinen geringer als die gleichwertig ausgebauter Einzelk[illegible] werke. Eine allgemeine Regel hierfür läßt sich jedoch nicht [illegible] stellen, da zu den Kosten des Kraftwerks auch die der Dampf- [illegible] Stromleitungen kommen.

Es ist nicht zu bezweifeln, daß auf diesem Wege die Sch[illegible] rigkeiten, die sich bisher einer Kupplung von Kraft- und H[illegible] werken entgegengestellt haben, zu überwinden sind. Als [illegible] hältnismäßig neue Aufgabe, die zu Bedenken Anlaß geben kön[illegible] ist dabei die Fortleitung der Wärme anzusehen. Die zweckmä[illegible] Lösung dieser Frage wird gewiß dem Ingenieur man[illegible] schwierige und reizvolle Aufgabe stellen, aber kein Hinde[illegible] bilden.

Ein Bild von den erforderlichen Durchmessern und den erwartenden Druck- und Wärmeverlusten geben die b. 13 und 14, worin die Rohrdurchmesser und die Wärmever- te beim Fortleiten von Dampf und Heißwasser dargestellt sind. b. 13 zeigt für die Fortleitung von 100 t/h Dampf auf 1 km die hrdurchmesser, die Dampfgeschwindigkeiten und die Wärme- luste, und zwar gelten die Linien N für die Fortleitung von mpf von 1,5 at abs bei einem Druckverlust von 0,25 at auf 1 km tungslänge, die Linien H für Dampf von 6,0 at abs Anfangs- 1 5,5 at abs Enddruck. Der diesen Darstellungen zugrunde- gte Wärmeschutz ist noch nicht vollkommen; als Isolationsdicke d 60 mm und als Wärmeleitzahl des Isoliermittels ist $\lambda = 0,1$ enommen; die besten heute bekannten Isoliermittel erreichen 0,07, und die Isolationsdicke läßt sich ohne zu hohe Kosten h noch verstärken.

Nach Abb. 13 und 14 fällt der Wärmeverlust mit der gefor- ten Dampfmenge stark; er beträgt schon bei 10 t weniger als I und bei 50 t nur noch 1 vH der fortgeleiteten Wärmemenge. lich liegen die Verhältnisse bei der Fortleitung von Heiß- sser, Abb. 14. Da hier eine Hin- und Rückleitung erforderlich kommen für 1 km Entfernung 2 km Rohrlänge in Betracht. Darstellung beruht auf der Annahme, daß Heißwasser von ° benutzt wird, das sich in den Heizkörpern auf 100° ab- lt. Um den Vergleich mit der Dampffortleitung zu ermög- en, habe ich angenommen, daß von dem Heizdampf nur die dampfungswärme nutzbar gemacht wird. 100 t Dampf ent- chen sonach 50 Mill. kcal. Zur Übertragung dieser Wärme- nge sind bei 50° Temperaturgefälle des Wassers 1000 t/h sser erforderlich. Die Darstellung in Abb. 14 ist bis zu dieser ssermenge fortgesetzt. Die Berechnung der Leitungsdurch- ser bezieht sich auf 2 m/s Wassergeschwindigkeit.

Die Wärmeverluste sind bei Übertragung der gleichen rmemenge für Fortleitung von Heißwasser etwas größer als der Dampfleitung. Berücksichtigt man jedoch, daß bei Ver- dung von Dampf als Wärmeträger auch eine Kondensatrück- ung notwendig wird, deren Verlust den Verlust der Dampf- ung erhöht, so dürfte der Gesamtverlust an Wärme bei An- dung von Dampf als Wärmeträger größer als bei Heißwasser . In keinem Fall ist aber der Wärmeverlust der Fortleitung ernstes Hindernis für die Übertragung größerer Wärme- gen auf weite Entfernungen. Die Verluste von wenigen dertteilen werden in der Regel durch die Vorteile der besse- Erzeugung und Nutzbarmachung der Energie in der gemein- en Kraftanlage ausgeglichen.

Durcharbeitung eines Beispieles.

Die Durchführung eines derartigen Unternehmens zeigen die bnisse, welche die Durcharbeitung eines Beispieles im heiz- nischen Seminar der Technischen Hochschule Darmstadt ge- rt hat. Sechs Fabriken, ein Zellstoffwerk, eine Spinnerei, Kunstseidenwerk, ein Textilveredelungswerk, eine Kammgarn- nerei und ein Tonwerk sollen an ein gemeinsames Heiz- twerk angeschlossen werden, das auch elektrische Energie an re Betriebe abgibt. Aus Abb. 15 ist die gegenseitige Lage einzelnen Fabriken zu erkennen. Außer Kraft brauchen die schlossenen Werke Heizdampf von verschiedenen Drücken e Warmwasser von verschiedenen Temperaturen.

Abb. 15. Lageplan eines Heizkraftwerkes.

Um eine möglichst einfache Anlage zu erhalten, hat man die Drücke, womit der Heizdampf der Maschine entnommen wird, auf 10, 4,5 und 0,08 at abs angesetzt. Der Dampf von 10 und 4,5 at abs wird an die Fabriken verteilt, während der Dampf von 0,08 at abs zur Bereitung von Warmwasser von 35 °C benutzt wird, das das Kunstseidenwerk in großen Mengen braucht. Die Heizkraftmaschine muß also mit drei Gegendruckstufen arbeiten. Diese Maschine ist so groß bemessen, daß sie die gesamte erforderliche Heizdampfmenge ausnutzen kann. Abb. 16 zeigt den Verbrauch der Werke an Heizdampf von verschiedenen Drücken. Der Dampf von 10 at abs. wird im wesentlichen im Zellstoffwerk benutzt; sein Verbrauch ist daher sehr

Abb. 16. Heizdampfverbrauch eines Heizkraftwerkes.

großen Schwankungen unterworfen, die durch einen Dampfspeicher mit 460 m³ Inhalt ausgeglichen werden. Die Schwankungen im Verbrauch an Heizdampf von 4,5 at Druck finden ihren Ausgleich in einem Heißwasserbehälter für das Textilveredelungswerk, so daß der Heizdampfbedarf während des Tages- und des Nachtbetriebes nahezu gleich bleibt.

Die Heizdampfmaschine ist für einen Anfangsdruck von 30 at und eine Anfangstemperatur von 320 °C berechnet. Die thermodynamischen Wirkungsgrade der drei Stufen der als Turbine ausgeführten Maschine sind mit 65, 70 und 75 vH angenommen. Dabei ergeben sich die in Abb. 17 dargestellten Leistungen der Heizkraftmaschine, die zwischen etwa 4000 und 6000 kW

Abb. 17. Gesamtdampfverbrauch sowie Leistung der Heizkraft- und der Kondensationsturbine eines Heizkraftwerkes.

schwanken. Der gesamte Kraftbedarf der angeschlossenen Unternehmungen wird während der Nacht durch die Leistung der Heizkraftmaschine vollständig gedeckt; am Tag dagegen steigt der Kraftbedarf bis auf nahezu 15 000 kW. Deshalb arbeitet neben der Heizkraftmaschine noch eine reine Kondensationsturbine.

Der gesamte Dampfverbrauch des Werkes, der sich aus dem Dampfverbrauch der Heizdampfmaschine und der Kondensationsturbine zusammensetzt, ist ebenfalls in Abb. 17 dargestellt. Der Verbrauch der Heizdampfmaschine, der in den angeschlossenen Werken vollständig verwertet wird, beträgt täglich 1 153 000 kg, der der reinen Kondensationsmaschine 425 000 kg. Insgesamt sind somit täglich 1 578 000 kg Dampf zu erzeugen. Der tägliche Wärmeverlust in den Leitungen vom Heizkraftwerk zu den angeschlossenen Werken beträgt unter Annahme guter Isolierung der Leitungen rd. 14 Mill. kcal, d. i. etwa der Wärmeinhalt von 2 vH des Heizdampfes. Die Heizkraftmaschine erzeugt täglich etwa 114 000, die Kondensationsturbine rd. 96 000 kWh. Die insgesamt gewonnene Energie beträgt sonach 210 000 kWh täglich.

Man erkennt leicht, daß es bei höherem Anfangsdruck als 30 at und bei Annahme thermodynamischer Wirkungsgrade von 80 vH möglich gewesen wäre, die gesamte elektrische Energie mit der Heizkraftmaschine allein ohne die Hilfe einer Kondensationsturbine zu erzeugen.

Schluß.

Die vorstehenden Ausführungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die Steigerung des Dampfdrucks über 30 at bringt für die reine Kondensationsmaschine nur eine bescheidene Wärmeersparnis, die außerdem in hohem Maß von der Entwicklung und Dur bildung der Dampfkraftmaschine sowie der Speisewasservers gung abhängt. Eine stetige, sorgfältige Aufwärtsentwicklung, sich gleichmäßig auf Wärmeausnutzung im Kessel, Wirkun grad der Maschine und Verwendung der Dampfwärme zur Spei wasservorwärmung erstreckt, dürfte den höchsten, wärmete nischen und wirtschaftlichen Erfolg erwarten lassen.

2. Bei Verwendung des Dampfes in der Heizkraftmasch steigt die Wärmeersparnis mit dem Anfangsdruck bedeutend u um so mehr, je höher der erforderliche Gegendruck ist. Un sonst gleichen Umständen wächst die Wärmeersparnis mit nehmendem Gegendruck.

3. Der bei Anwendung von Heizkraftmaschinen stets erf derliche Ausgleich zwischen Kraft- und Wärmeverbrauch k mit den gleichen Mitteln um so wirkungsvoller erreicht werd je niedriger der Gegendruck ist.

4. Aus den unter 2 und 3 angegebenen Gründen soll Gegendruck stets so niedrig wie möglich gewählt werden.

5. Die größte Verbesserung in der Wärmeverwertung, man von der Steigerung des Dampfdruckes erwarten darf, li darin, daß die Heizkraftmaschine allgemeiner verwendet wird; ist aber nur erreichbar, wenn Wärmetechnik, Kraft- und Wär verbraucher, vor allem aber die Verwaltungen des Reiches, Länder und der Städte die Schaffung von Heizkraftwerken pfleg Dies wäre gleichzeitig die würdigste Anerkennung, welche deutsche Technik ihren Pionieren des Hochdruckdampfes zo kann. [B 645

Hochdruckdampf und Wärmeinhalt.

In der Zeitschrift „Teknisk Tidskrift“ vom 29. März ds. Js. berichtet Obering. Blomquist über einige eigene Forschungen auf dem Gebiet des Hochdruckdampfes, worüber bisher noch wenig vorliegt.

Ausgehend von den Versuchen von de Laval mit Dampf bis 200 at in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, an denen Blomquist als Assistent teilgenommen hat, schildert er die Vorteile des Hochdruckdampfes und der Vorschaltung von Hochdruckanlagen vor bestehende Anlagen mit normalem Druck, durch die unter Umständen erhebliche Mehrleistungen bei gleichem Kohlenverbrauch wie früher erzielt werden.

Abb. 1. Wärmeinhalt des Sattdampfes in Abhängigkeit vom Dampfdruck.

Den Berechnungen für Hochdruckdampfanlagen muß man heute noch die Wärmeinhalte nach der Entropietafel von Stodola[1]) zugrunde legen. Diese Werte weichen jedoch von den von Schüle berechneten in zunehmendem Maß über 10 at ab.

Da diese Abweichung besonders im Bereich der höheren Drücke ziemlich bedeutend ist, hat Blomquist den Wärmeinhalt von Sattdampf bis zu 100 at durch Versuche bestimmt. Dazu wurde ein in Ge borg stehender Atmos-Dampferzeuger für 110 at Betriebsdruck benu der seit Ende Oktober 1923 in einer Zuckerraffinerie arbeitet.

Der Dampf strömte bei diesen Versuchen durch eine runde Öffn von 2 mm l. W. in ein sorgfältig isoliertes Gefäß aus, wo atmosphä rischer Druck herrschte. Die Temperaturen des Dampfes nach der Dehn wurden mittels eines in den Dampf gesenkten Thermometers gemess das mit Strahlungsschutz versehen war. Da während der Dehn keine Wärme verloren geht, also der Wärmeinhalt des Dampfes vor u nach der Dehnung gleich ist, kann man ihn nach Maßgabe der e messenen Temperaturen aus der Entropietafel entnehmen, die im e biet der niedrigen Drücke richtig ist.

In Abb. 1 zeigt die voll ausgezogene Linie die so erhaltenen Wär inhalte des Sattdampfes in Abhängigkeit vom Dampfdruck, während strichpunktierte Linie „Atmos rektifiziert“ auf Grund der Tempera berichtigungen erhalten ist. Die Temperaturberichtigung war nötig, da Dampfgeschwindigkeit im Ausströmgefäß von 75 mm lichtem Durchmes besonders bei den niedrigen Anfangsdrücken sehr gering war. Ne Versuche mit größerer Durchgangsöffnung bestätigten die Richtigk der berichtigten Kurve.

Zur Nachprüfung der so erhaltenen Werte wurde außerdem e Versuchsdampf in einem sorgfältig isolierten Gefäß, das eine genau b gewogene Menge Wasser enthielt, kondensiert. Hierbei wurden d Wärmeinhalt von 1 kg Dampf von 102 und 61 at abs 646 und 662 a ermittelt, während die Drosselversuche 647 bzw. 662 kcal erge hatten. Die „Atmos“-Kurve fällt von 0 bis etwa 35 at mit der n den Untersuchungen von Knoblauch gefundenen zusammen. D über hinaus weicht auch diese neueste Kurve, allerdings weniger s als die von Stodola und Schüle, ab.

Da die verdampfende Oberfläche im Atmos-Dampferzeuger im Verh nis zu der zum Versuch verbrauchten Dampfmenge sehr groß ist, gl Blomquist annehmen zu können, daß der Versuchsdampf trocken e sättigt war und daß das Ergebnis deshalb mit der Wirklichkeit ü übereinstimmt.

Auf Grund zunächst theoretischer Erwägungen kommt fe Blomquist zu dem Schluß, daß mit steigendem Druck auch die Ü hitzungstemperatur gesteigert werden kann, ohne daß Betriebstö gen am Überhitzer auftreten. Den Beweis hierfür haben seinerzeit Versuche von de Laval und jetzt die Versuche am 110 at-Kessel in Göteborg geliefert, der mit 475°, zu Versuchszwecken sogar bis 500 °C Dampftemperatur, ohne Schwierigkeiten arbeitet.

Für den Bau von Hochdruckkesseln sind die wichtigsten Fo rungen, daß der an der unmittelbaren Heizfläche gebildete Dampf gl bei seiner Bildung abgeführt und durch Wasser ersetzt wird, damit Rohrwände stets gekühlt werden; ferner muß die unmittelbare Heizfl so angeordnet werden, daß sich die Rohre ungehindert ausde können, damit die Wärmespannungen genau vorausberechnet we können. [M 5

Magdeburg. Dipl.-Ing. E. Neßle

[1]) Dampfturbinen, 5. Aufl. 1923, Jul. Springer. Inzwischen ist als Nachtrag zur 5. Aufl. des Buches die auf Grund der Versuchsergebnisse von Blomquist ergänzte J-S-Tafel für Wasserdampf bis zum kritischen Druck erschienen

Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiete der Wärmestrahlung.

Von Dr.-Ing. Alfred Schack, Düsseldorf.

Die technisch wichtigsten Strahlungsgesetze sind das Plancksche Gesetz, das angibt, wie sich die Strahlung schwarzer Körper auf die einzelnen Wellenlängen verteilt, das Kirchhoffsche Gesetz, wonach die Strahlung eines Körpers bei gegebener Temperatur seinem Absorptionsvermögen proportional ist, und das Stefan-Boltzmannsche Gesetz, wonach die Strahlung eines schwarzen Körpers proportional der vierten Potenz der absoluten Temperatur zunimmt. Die Beobachtungen der Praxis scheinen in einem gewissen Widerspruch zu den bisher unmittelbar gemessenen Strahlungszahlen zu stehen, da sie anscheinend kleinere Strahlungszahlen als die gemessenen verlangen. Da außerdem das Stefan-Boltzmannsche Gesetz, streng genau, nur bei schwarzen oder grauen Körpern gilt, so sind eingehende Messungen der Strahlungszahlen von technischen Oberflächen bei verschiedenen Temperaturen erforderlich. Auch die Gase, die Kohlensäure und Wasserdampf enthalten, strahlen beträchtlich. Diese Strahlung wird um so größer, je größer die Schichtdicke des strahlenden Gases und je höher die Temperatur ist. Bei technischen Öfen entfällt auf die Gasstrahlung der überwiegende Teil des Wärmeübergangs. Daher muß beim Entwurf von feuerungstechnischen Anlagen, wo hohe Temperaturen und große Gasmengen auftreten, auf die Gesetze der Gasstrahlung Rücksicht genommen werden.

Die Untersuchungen der Wärmestelle Düsseldorf des Vereins deutscher Eisenhüttenleute an Industrieöfen haben ergeben, daß die dort auftretenden Wärmeübergänge durch die bekannten, auf Laboratoriumsversuchen beruhenden Wärmeübergangsformeln nicht erklärt werden können. Weitere Verfolgung dieser Erscheinung führte zu neuen Erkenntnissen von erheblicher Tragweite, über deren gegenwärtigen Stand im folgenden berichtet werden soll:

Wärme kann von einem Stoff auf den andern auf drei Arten übergehen: 1. durch Leitung, 2. durch Konvektion, 3. durch Strahlung. Der Wärmeübergang durch Leitung ist heute theoretisch geklärt; praktisch sind noch insofern in vielen Fällen Schwierigkeiten vorhanden, als die Wärmeleitzahlen der feuerfesten Stoffe und auch des Eisens bei hohen Temperaturen nicht genügend bekannt sind. Daß mangelhafte Kenntnis der Wärmeleitzahlen Schwierigkeiten beim Entwurf bereitet, kommt jedoch selten vor.

Der Wärmeübergang durch Konvektion findet bei Gasen und Flüssigkeiten statt. Er geht so vor sich, daß immer neue Teilchen der Flüssigkeit die Heizfläche mechanisch berühren und so ihre Wärme abgeben. Die Wärme wird sozusagen an die Heizfläche herangefahren (convehi). Diesem Wärmeübergang kommt eine große Bedeutung zu, da die Hauptwärmeträger der Technik Gase sind. Der Wärmeübergang durch Leitung, der beim Fehlen jeglicher Strömung übrig bleibt, verschwindet bei Gasen praktisch gegenüber dem Wärmeübergang durch Konvektion. Durch die Arbeiten hervorragender Forscher, wie Joule, Mollier und in neuester Zeit besonders Nusselt, sind die Gesetze, denen der Wärmeübergang durch Konvektion folgt, heute für viele Fälle ausreichend bekannt. Die so übertragene Wärmemenge hängt, abgesehen vom Temperaturunterschied zwischen Gas und Heizfläche, in erster Linie von der Strömgeschwindigkeit ab und steigt etwa mit der 0,8ten Potenz der wahren Strömgeschwindigkeit. Demgegenüber ist die Absoluthöhe der Temperatur ohne erheblichen Einfluß, da die Veränderliche entgegenwirken.

Der Einfluß der Strahlung wird mit steigender Temperatur schnell größer; ihr kommt daher bei den hohen Temperaturen der Hauptkohlenverbraucher, den industriellen Feuerungsanlagen, eine Bedeutung zu, welche die der Konvektion in vielen Fällen übertrifft. Das Grundgesetz, von dem man hier zur Erkenntnis der praktischen Fälle am besten ausgeht, ist das Plancksche Strahlungsgesetz. Dieses gibt an, wie sich die Gesamtenergie, die der sogenannte absolut schwarze Körper aussendet, bei einer bestimmten Temperatur auf die einzelnen Wellenlängen verteilt.

Bekanntlich sind Wärme- und Lichtstrahlung im Wesen dasselbe, nämlich Ätherstrahlungen, die sich nur durch ihre Wellenlängen unterscheiden; das blaue Licht hat z. B. sehr kurze Wellen, das rote längere, die unsichtbaren Wärmestrahlen, die ultrarote Strahlung noch längere, und die zur drahtlosen Telegraphie benutzten elektrischen Wellen haben die größte Länge. Der Bereich von den kürzesten bekannten Wellen, den Röntgenstrahlen bis zu den längsten, den elektrischen Wellen, umfaßt Wellen von 10^{-8} mm bis zu mehreren Kilometern Länge.

Das Plancksche Gesetz ist für die Temperaturen von 1000 und 1200 °C in Abb. 1 dargestellt. Die Ordinaten dieser Kurven geben an, welche Strahlungsintensität der jeweiligen Wellenlänge zukommt und welchen Anteil an der gesamten Strahlungsenergie diese Wellenlänge gegenüber den anderen Wellenlängen hat. Man sieht, daß für die Gesamtstrahlung bei 1200 °C praktisch nur Wellenlängen von 1 bis 15 μ, die zu der unsichtbaren, ultraroten Wärmestrahlung gehören, eine Rolle spielen; dagegen ist der Anteil des Lichtes an der Gesamtstrahlung, das den Bereich von 0,4 bis 0,8 μ einnimmt, sehr klein. Mit höheren Temperaturen wird der Anteil des Lichtes größer, da die Höchstwerte der Kurven mit steigender Temperatur nach den kürzeren Wellenlängen zurücken, bis schließlich bei der Sonnentemperatur von 6000 °C das Licht einen Hauptteil der ausgestrahlten Energie bildet. Aber bei den in der Feuerungstechnik vorkommenden Temperaturen ist die Lichtstrahlung noch gegen die Gesamtstrahlung mehr oder weniger zu vernachlässigen. Man muß also beachten, daß die technisch wichtige Strahlung für das Auge nicht sichtbar ist, was besonders für die Beurteilung der sogenannten leuchtenden und nichtleuchtenden Flammen wichtig ist.

Die Summe der Energie aller Wellenlängen des strahlenden Körpers ergibt seine Gesamtstrahlung. Diese ist daher durch den Flächeninhalt der Planckschen Kurve gegeben. Die Gesamtstrahlung wächst, wie man an den beiden Kurven sieht, mit der Temperatur sehr schnell, und zwar, wie Stefan schon vor Planck durch Versuche feststellte, mit der vierten Potenz der absoluten Temperatur des schwarzen Körpers. Dieses sogenannte Stefan-Boltzmannsche Strahlungsgesetz ist die Grundlage der Berechnung der in der Technik auftretenden Strahlung der festen und flüssigen Körper. Da es der Technik im wesentlichen darauf ankommt, die durch Strahlung übertragene Energiemenge zu berechnen, so genügt in der Tat das Stefan-Boltzmannsche Gesetz, solange es gilt, im Verein mit einigen mehr geometrischen Hilfsgesetzen allen Ansprüchen. Aber das Plancksche sowie das Stefan-Boltzmannsche Gesetz gelten, streng genau, nur für die Strahlung schwarzer Flächen, d. h. solcher Flächen, die alle auffallende Strahlungsenergie absorbieren und nichts reflektieren. Solche Körper gibt es aber in Wirklichkeit nicht, und es fragt sich, wie weit unter diesen Umständen die Strahlungsgesetze Gültigkeit behalten. In der Praxis hat man in erster Linie die festen und flüssigen Körper von den gasförmigen zu unterscheiden.

Strahlung technischer fester Oberflächen.

Die in der Praxis auftretenden festen Oberflächen absorbieren also im Gegensatz zum schwarzen Körper nicht die ganze auffallende Strahlung, sondern sie reflektieren einen Teil davon. Für solche Körper sagt das Kirchhoffsche Gesetz aus, daß sie bei jeder Wellenlänge denjenigen Bruchteil der Strahlung eines gleich heißen schwarzen Körpers aussenden, welchen sie an auffallender Strahlung von dieser Wellenlänge absorbieren. Daher strahlen alle nichtschwarzen Körper weniger als ein schwarzer Körper von gleicher Temperatur. Man hat sich hier dadurch geholfen, daß man die „Strahlungszahl", d. h. den Proportionalitätsfaktor des Stefan-Boltzmannschen Gesetzes, der bei schwarzen strahlenden Flächen 4,9 kcal/m² h Grad⁴ beträgt, je nach dem „Schwärzegrad" des betreffenden Körpers kleiner wählte.

Hier sind aber zwei Klippen zu umschiffen: erstens strahlen nicht alle technischen Oberflächen „grau", und nur für graue Körper gilt bei entsprechender Wahl der Strahlungszahl das Stefan-Boltzmannsche Gesetz. Bei einem grauen Körper verläuft die Plancksche Strahlungskurve zwar niedriger, aber geometrisch ähnlich der des schwarzen Körpers. Er muß, um solche Strahlung aussenden zu können, für jede Wellenlänge der auffallenden Strahlung das gleiche Absorptionsvermögen haben, d. h. immer den gleichen Bruchteil von Strahlen verschiedener Wellenlänge absorbieren. Dies trifft aber in vielen Fällen nicht zu. Vielmehr zeigen manche Flächen eine selektive Absorption, indem sie gewisse Wellenlängen mehr, andre weniger absorbieren.

Wenn aber die Absorption selektiv ist, so ist es nach dem Kirchhoffschen Gesetz auch die Strahlung. Denn je mehr eine Wellenlänge absorbiert wird, um so stärker wird sie auch ausgestrahlt. Die Strahlung nichtgrauer Körper ist also selektiv. Die Strahlungskurve eines solchen nichtgrauen Körpers verläuft nicht so gleichmäßig wie in Abb. 1, sondern weist Täler auf, die um so tiefer und breiter werden, je weniger grau der Körper ist. In den Fällen selektiver Strahlung gilt das Stefan-Boltzmannsche Gesetz, wonach die Strahlung mit der vierten Potenz der absoluten Temperatur zunimmt, nicht mehr. Man muß dann die Strahlungszahl als mit der Temperatur veränderlich ansehen und die Strahlungszahl für jede Temperatur durch Versuch bestimmen.

Die zweite Klippe ist, daß sich auch bei grauen Körpern das Absorptionsvermögen mit der Temperatur verändern kann. Auch dann gilt das Stefan-Boltzmannsche Gesetz nicht mehr, und man muß, wie bei den nichtgrauen Körpern, die Strahlungszahl als Temperaturfunktion ansehen. Das bedeutet, daß man die Strahlung nicht nur bei einer einzigen Temperatur, sondern bei verschiedenen, den Anwendungsbereich umfassenden Temperaturen messen muß.

Solche Messungen hat man aber noch nicht in genügendem Maß ausgeführt. Erstens sind bisher noch keine Zahlen für Oberflächen bekannt, die wirklich in der Technik auftreten, also vor allem für feuerfestes Mauerwerk, das nach längerem Gebrauch verschiedene Veränderungen der Oberfläche erleidet, zweitens erstrecken sich fast alle bekannten Messungen nur auf einen engen, noch dazu niedrig liegenden Temperaturbereich, und daraus kann man bei nicht schwarzen Körpern noch nicht auf die Größe der Strahlungszahl bei hohen Temperaturen schließen.

Zwar haben V. Polak und E. Schmidt in einer noch nicht veröffentlichten Arbeit die Strahlungszahlen einiger technischer Oberflächen (Steine aus dem Siemens-Martin-Ofen und Eisen) bei Temperaturen bis zu 1150 °C gemessen und Werte von etwa 80 vH und mehr der Strahlung des schwarzen Körpers gefunden. Da aber Untersuchungen bei hohen Temperaturen außerordentlich schwierig sind, so konnten sie keine größere Anzahl verschiedener Steine mit verschiedenen Oberflächen, Aschen-, Schlacken-, Gichtstaub- usw. -Ansatz untersuchen. Diese Messungen, die nur eine erste Pionierarbeit darstellen, müssen daher in großem Maßstab wiederholt werden.

Aus Beobachtungen in der Praxis scheint sich außerdem zu ergeben, daß in vielen Fällen die Strahlungszahlen kleiner sind. Im Siemens-Martinofen beobachtet man z. B. an Stellen, die starker Wärmeableitung unterliegen, häufig Temperaturen, die um 100 °C und mehr unter der Temperatur des übrigen Ofens liegen; so große Temperaturunterschiede würden bei einem Schwärzegrad von 80 vH (Strahlungszahl 4) eine Wärmeaufnahme durch Strahlung von 100 000 kcal/m² h und mehr bedingen, was aber unmöglich scheint.

Die Zahlen lassen die Größe des Einflusses der Strahlung erkennen, wenn man damit vergleicht, daß der mittlere Wärmeübergang bei ganzen Öfen etwa bis zu 60 000 kcal/m²h und bei Kesseln etwa bis zu 30 000 kcal/m² h beträgt.

Wärmeübergang in Öfen und Kesseln.

Gegeben sei ein Ofen zum Vorwärmen von Eisenblöcken, dessen Querschnitt breit und flach ist, so daß man die Fläche der Seitenwände gegenüber der Fläche des Gewölbes und Herdes vernachlässigen kann. Die heizenden Feuergase ziehen über die Blöcke hin und füllen den Querschnitt zwischen Gewölbe und Blöcken aus. Sie beheizen daher nach Maßgabe der verschiedenen Temperaturen das Gewölbe und die Blöcke, welche die eigentliche Heizfläche darstellen. Hierbei ist die Heizwirkung der Gase von bestimmter Temperatur um so größer, je niedriger die Temperatur der beheizten Fläche ist. Außerdem muß die Temperatur der Blöcke niedriger als die Temperatur des Gewölbes sein; denn die heißen Blöcke werden immer wieder durch neue kalte ersetzt, während das Gewölbe dauernd den Gasen ausgesetzt bleibt.

Da also das Gewölbe heißer als die Blöcke ist, strahlt es Wärme auf die Blöcke ab, und da die Wärmeverluste des Gewölbes nach außen unbedeutend sind, muß es fast die gesamte Wärme, die es vom Gas erhält, durch Strahlung nutzbar an die Blöcke abgeben. Das Gewölbe nimmt aber um so mehr Wärme vom Gas auf, je niedriger seine Temperatur ist. Da in diesem Fall die Blocktemperatur die niedrigste erreichbare Grenze ist, so ist die mittelbare Heizwirkung des Gewölbes um so größer, je kleiner der Temperaturunterschied zwischen Blöcken und Gewölbe ist; denn um so größer ist der Temperaturunterschied zwischen heizendem Gas und Gewölbe und um so größer demnach die Wärmeabgabe des Gases an das Gewölbe. Im — nicht erreichbaren — Grenzfall, daß Gewölbe und Blöcke gleiche Temperatur haben, hätte 1 m² Gewölbefläche, von den äußeren Verlusten und der Absorption des Gases abgesehen, als Heizfläche ungefähr denselben Wert, wie 1 m² der eigentlichen Blockoberfläche.

Für die Temperaturunterschiede zwischen Gewölbe und Blöcken ist bei gleichbleibender Heizwirkung des Gases allein die Strahlungszahl maßgebend. Je größer diese ist, um so kleinere Temperaturunterschiede zwischen Gewölbe und Blöcken genügen, um eine gegebene Wärmemenge auf die Blöcke abzustrahlen, und um so stärker ist die mittelbare Heizwirkung des Gewölbes. Haben die Blöcke an der betrachteten Stelle z. B. 1000 °C, so muß die Innenfläche des Gewölbes, wenn sie schwarz strahlt und 45 000 kcal/m² h übertragen soll, die Temper 1100 °C haben. Wäre das Gewölbe dagegen nur zu 5 schwarz (Strahlungszahl 2,5), so würde es eine Temperatur 1175 °C annehmen müssen, um die gegebene Wärmemenge 45 000 kcal/m² h auf die Blöcke von 1000 ° zu übertragen. I Temperaturunterschiede werden mit steigenden Absolutte raturen kleiner, mit fallenden größer.

Diese Überlegungen kann man fast wörtlich auf die Rauchgasen bespülten Mauerwerkflächen von Kesseln andern feuerungstechnischen Einrichtungen übertragen daran schon heute nicht unwichtige praktische Folgeru knüpfen. Die genaue Berechnung des Einflusses der Strah der festen Körper auf den Wärmeübergang in Öfen und Ke wird aber erst möglich sein, wenn die Strahlungszahlen technischen Oberflächen für alle Temperaturen gemessen

Strahlung der Gase.

Wenn schon die Kenntnis der Strahlung fester Körper noch vor kurzem als verhältnismäßig gesicherter Besitz Feuerungstechnik galt, lückenhaft ist, so gilt dies noch mehr von der Strahlung der Gase, der, wie sich heute und mehr herausstellt, hohe praktische Bedeutung zukommt, von deren Vorhandensein man bis vor kurzem so gut wie n gewußt hat.

Nusselt hat 1914 zum ersten Mal Versuche über Wärmestrahlung von Gasen angestellt, die der Technik e sagen konnten. Leider waren seine Versuche nur für die hältnisse in Verbrennungskraftmaschinen zugeschnitten, i die Strahlung von Gasgemischen gemessen wurde, die in eise Bomben entzündet wurden. Diese Versuche ergaben betr liche Werte der Strahlung, die allerdings von dem außeror lich hohen Wärmeübergang in der Verbrennungskraftmas nur einen ziemlich kleinen Bruchteil bildet. Zahlenm Schlüsse auf die andersartigen Verhältnisse in Öfen, Ke usw. kann man aber aus diesen Versuchen nicht ziehen.

In der Geschichte der Wärmetechnik wird es stets Merkwürdigkeit bleiben, daß die Bedeutung der Gasstrahlu lange unbekannt geblieben ist. Man kann fast sagen, daß Technik mit ihrem auf die Gesetze der Konvektion geheft Blick bis zu einem gewissen Grade falsche Spuren verfolgt Denn wenn der Wärmeübergang durch Konvektion bei auch häufig allein maßgebend ist, so ist er es doch nicht im

Anzeichen für die Bedeutung der Gasstrahlung.

Wendet man die Formeln für den Wärmeübergang die genannten Forscher nach Laboratoriumversuchen aufge haben, auf das Flammrohr eines Dampfkessels oder auf Industrieofen an, so ergeben sie als Wärmeübergangsz etwa 7 bis 10 kcal/m² h °C; dagegen beobachtet man in lichkeit je nach der Temperatur Wärmeübergangszahlen b 60 kcal/m²h °C und mehr, d. h. mitunter das Achtfache de rechneten Wärmeübergangszahlen. Der Grund für das so ständige Versagen der an sich richtigen Formeln bei Fl rohren und Öfen kann nur in den abweichenden Verhältn liegen. Von den Versuchsbedingungen der Formeln weh hier die höhere Temperatur und die größere Gasmenge ab. nach liegt es nahe, zur Erklärung der beobachteten W sprüche die Strahlung der Feuergase heranzuziehen; denn muß, wenn sie vorhanden ist, mit der Temperatur und Schichtdicke des Gases zunehmen; dagegen muß sie, wie liche Erfahrung lehrt, bei den niedrigen Temperaturen kleinen Gasmengen der Laboratoriumversuche verschwinde sich daher nur auf das Gesetz des Wärmeüberganges Konvektion erstreckt haben können. Danach wäre also ein beträchtlicher Einfluß der Eigenstrahlung der Feuerga wenig man auch davon mit dem Auge sieht, wahrscheinlic

Unabhängig von diesen Überlegungen, die vor zwei J in der Wärmestelle Düsseldorf angestellt wurden, hat Ba auf ähnlichem Wege die technische Bedeutung der Gasstra erkannt und damit gewisse Erscheinungen in den Industri erklärt. Nun fehlte noch der Beweis für die Bedeutung de sichtbaren Gasstrahlung, die zweifellos ganz anderen Ges als die Konvektion folgt und daher neue Konstruktionsg sätze in Aussicht stellt.

Bedeutung der Gasstrahlung.

Dieser Beweis wurde zunächst theoretisch erbracht. mußte wohl auch mit der theoretischen Klärung der Ve nisse anfangen, um die Veränderlichen, von denen die strahlung abhängt, und die Gesetze, wonach die Veränder auf die Strahlung einwirken, kennenzulernen. Erst wenn Kenntnisse vorlagen, konnte man einen lohnenden Erfol Versuchen erwarten.

Die Theorie der Gasstrahlung geht von der Be-
chtung des thermodynamischen Gleichgewichts in einem mit
as gefüllten schwarzen Hohlraum aus. Daran läßt sich mit
lfe der beiden Hauptsätze der Thermodynamik nachweisen,
ß das Gas, das p vH der einfallenden Strahlung eines Wellen-
ngenbereichs $\Delta\lambda$ absorbiert, in diesem Wellenlängenbereich
ch eine Strahlung aussendet, die p vH der Strahlung des
warzen Körpers im Bereich $\Delta\lambda$ beträgt. Solche Wellen-
ngenbereiche sind in Abb. 1 die schraffierten Flächen; sie ent-
echen der Absorption und Strahlung der Kohlensäure.

Mit diesem Satz, der eine erweiterte Form des Kirchhoff-
en Strahlungsgesetzes darstellt, kann man aus dem Absorp-
ionsspektrum der Gase, das die Physik liefert, die Strahlung
ser Gase berechnen. Danach strahlen die Gase, die in dünnen
ichten große Teile des Spektrums absorbieren, am meisten,
 Gase, die in endlicher Schichtdicke nichts absorbieren, da-
gen gar nicht.

In den Feuergasen treten nun neben wenig Kohlenoxyd
 Wasserstoff Stickstoff, Sauerstoff, Wasserdampf und Koh-
säure auf. Die Betrachtung des Absorptionsspektrums dieser
Gase ergibt, daß Stickstoff und Sauerstoff nicht meßbar absor-
bieren, während der Kohlensäure und dem Wasserdampf ein
verhältnismäßig ausgedehntes Absorptionsspektrum zukommt.
Danach müssen die Feuergase, die stets Kohlensäure und
Wasserdampf enthalten, auch strahlen. Wieviel, ergibt die ge-
nauere Untersuchung ihres Absorptionsspektrums.

In Abb. 1 sind die wichtigsten Absorptionsbereiche der
Kohlensäure eingezeichnet. Durch Vergleich des Flächeninhalts
d Absorptionsstreifen mit dem Gesamtinhalt der Kurve ergibt
si, daß die Strahlung einer sehr starken Schicht Kohlensäure
je nach der Temperatur etwa 10 vH der Strahlung des schwarzen
Körpers beträgt. Die Hauptschwierigkeit, die Gasstrahlung
theoretisch zu berechnen, liegt dagegen im Einfluß der Schicht-
dicke des Gases. Auch hier führt zwar die Betrachtung der ab-
sorbierenden Eigenschaften des Gases grundsätzlich zum Ziel.
Aber die Absorptionsstreifen der einzelnen Gase absorbieren
nicht alle gleich stark und haben auch in sich, so kleine Wellen-
längenbereiche sie einnehmen, wahrscheinlich veränderliche Ab-
sorption. Ändert sich die Schichtdicke des Gases, so muß sich
daher jede von den zahlreichen Linien eines Streifens anders
verhalten.

Auch diese Schwierigkeit kann man durch Berücksichti-
gung der Veränderlichkeit des Absorptionsvermögens eines
Streifens mittels einer statistischen Betrachtung überwinden.
Kennt man die Absorptionseigenschaften eines Gases in dieser
Weise, so kann man Strahlung von Gaskörpern verschiedener
Gestalt und Größe lediglich aus dem Absorptionsspektrum des
betreffenden Gases berechnen.

Abb. 1. Intensität der Strahlung eines schwarzen Körpers in Abhängigkeit von der Wellenlänge.

Abb. 4. Strahlungswerte in Abhängigkeit von der Temperatur.
— — — berechnet nach der Gasstrahlungstheorie;
——— gemessen.

Abb. 2.

Abb. 3.

Abb. 2 und 3. Wärmeübertragung durch Gasstrahlung in Abhängigkeit von Schichtdicke und Temperatur.

Die vorliegenden Absorptionsmessungen ergeben, daß
Kohlensäure in dem zweiten Streifen schon in etwa 8 cm dicken
Schichten von normalem Abgas (12 vH CO_2) fast ebenso strahlt,
wie ein schwarzer Körper in diesem Streifen, dagegen in dem
ersten (linken) Streifen die gleiche Strahlung erst in Schicht-
dicken von mehreren Metern erreicht. Hieraus folgt, daß koh-
lensäurehaltige Gase auch schon in recht dünnen Schichten be-
achtenswert strahlen. Denn der Flächeninhalt dieses zweiten
Streifens beträgt bei 1200 °C etwa 4 vH vom Flächeninhalt des
schwarzen Körpers, und das entspricht bei 1200 °C einer Strah-
lung von rd. 9000 kcal/m² h, bezogen auf 1 m² Oberfläche des
Gaskörpers. Wasserdampf strahlt in so kleinen Schichtdicken
dagegen noch nicht wesentlich.

Da die Abhängigkeit der Strahlung der einzelnen Streifen
von der Schichtdicke verschieden ist, so erhält man das über-
raschende Ergebnis, daß die Strahlung eines kohlensäurehalti-
gen Gases mit der Temperatur bei jeder Schichtdecke nach einer
andern Potenz zunimmt. Diese bleibt im allgemeinen unter 4,
der Potenz des schwarzen Körpers. Dasselbe gilt für Wasser-
dampf, der in geringen Schichtdicken weniger, in großen da-
gegen mehr als Kohlensäure strahlt.

Abb. 2 und 3 zeigen, wie die Strahlung einer Gasmenge
ungefähr mit der Temperatur und mit der Schichtdicke oder,
was dasselbe ist, mit der Temperatur und dem Gehalt einer ge-
gebenen Gasmenge an strahlenden Gas zunimmt. Bemerkens-
wert ist, daß die Potenz der Zunahme mit der Temperatur um
so höher ist, je größer die Schichtdicke des Gases ist. Dies
erklärt wohl, warum man schon aus Erfahrung bei den heißesten
Teilen der Öfen, z. B. beim Ziehherd der Stoßöfen, das Gewölbe
höher als an den kühleren Teilen führt. Da demnach die Gas-
strahlung andern Gesetzen als die Strahlung fester Körper
folgt, ist es nicht verwunderlich, daß man die Probleme des

Wärmeüberganges bei Temperaturen über 400 °C mit den gewohnten Verfahren nicht behandeln konnte.

Nach der Theorie[1]), die allerdings noch viele unsichere Zahlen enthält, ergeben sich Strahlungen, die für Öfen und Kessel ganz außerordentlich hohe Werte von 50 000 kcal/m²h und mehr annehmen. Das entspricht je nach den Verhältnissen Wärmeübergangszahlen von 60 kcal/m² h °C und mehr, womit die oben erwähnten Widersprüche beseitigt werden. Bei Temperaturen unter 300 °C und kleinen Schichtdicken, die etwa in den Rohren von Rauchrohrkesseln (100 mm) auftreten, verschwindet die Gasstrahlung praktisch gegenüber der Konvektion. Unter den Verhältnissen im Siemens-Martin-Ofen beträgt dagegen die Konvektion nur etwa 10 vH des ganzen Wärmeüberganges.

Diese Ergebnisse haben große praktische Bedeutung, da die Strahlung ganz andern Gesetzen als die Konvektion folgt, und man demnach die Konstruktion, entgegen den bisherigen theoretischen Anschauungen, in vielen Fällen auf die z. T. überwiegende Berücksichtigung der Strahlung umstellen muß.

Die unter diesen Umständen dringend erforderliche experimentelle Nachprüfung der Theorie wurde an mehreren Stellen der deutschen Eisenindustrie sofort in Angriff genommen. Die wichtigsten Ergebnisse lieferten die noch nicht veröffentlichten Untersuchungen von Lent und Thomas bei den Rheinischen Stahlwerken an einer Hochofengasflamme von 1,3 m Dmr. in einer besonderen rd. 20 m langen „Brennerstrecke". Das Ergebnis der Messungen ist in Abb. 4 dargestellt. Danach ist, wie bei der Aufstellung der Theorie vorausgesagt die wirklich beobachtete Strahlung wegen der vorsichtigen Annahme der Zahlenwerte größer als die berechnete.

Heiligenstädt untersuchte auf Anregung von Bansen bei der Friedrich-Alfredhütte in Rheinhausen den Wärmeübergang bei Temperaturen bis zu 1000 °C in einem Rohr von etwa 100 m Dmr. und fand bei kohlensäurehaltigen Gasen einen quantitativ mit der Theorie übereinstimmend vermehrten Wärmeübergang gegenüber Luft. Qualitative Beweise für den Einfluß der Gasstrahlung ergaben Beobachtungen von Goebel bei der Julienhütte, Oberschlesien, wonach die Wärmeübergangszahl zwischen Gas- und Gitterwerk im Siemens-Martin-Ofen-Regenerator wesentlich größer war, als die Wärmeübergangszahl zwischen Luft und Gitterwerk; dieses Ergebnis hat auch Lent bei den Rheinischen Stahlwerken bestätigt.

Danach muß ein beträchtlicher Einfluß der Gasstrahlung heute als sicher angesehen werden. Man muß also den Wärmeübergang von Gasen aus zwei Summanden zusammenstellen, wovon der erste das Gesetz der Konvektion und der zweite das Gesetz der Strahlung enthält.

Die Messungen von Lent und Thomas befaßten sich auch mit dem Einfluß von Benzolzusatz zur Hochofengasflamme, der so geregelt wurde, daß die Flamme stark leuchtete ohne heißer zu werden. Hierdurch stieg die Strahlung der Flamme bis fast zum Vierfachen und kam an die Strahlung des schwarzen Körpers von gleicher Temperatur heran. Daraus folgt, daß leuchtende Flammen infolge der darin schwebenden glühenden Kohlenstoffteilchen erheblich stärker als nichtleuchtende Flammen strahlen. Allerdings haben leuchtende Flammen häufig wegen unvollständiger Verbrennung eine niedrigere Temperatur als nichtleuchtende Flammen. Nach diesen Versuchen sind die Werte, die sich aus der Gasstrahlungstheorie ergeben, so beträchtlich sie auch oft sind, als Mindestwerte anzusehen, die bei leuchtenden Flammen bedeutend größer werden können.

[1]) Mitteilung Nr. 55 der Wärmestelle Düsseldorf des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, oder, ausführlicher, Jubiläumsheft der Zeitschrift für technische Physik, Juli 1924.

Erforderliche Untersuchungen.

Da, wie schon mehrfach betont, die von der Theorie [...] brauchten Zahlenwerte noch lückenhaft sind, so sind bei [...] Wichtigkeit der Frage für die Technik ausführliche physi[...]lische Untersuchungen der Gasspektra, angepaßt an die Er[...]dernisse der Berechnung der Gasstrahlung, wünschensw[...] Zwar hat sich das physikalische Institut der U[...]versität Bonn bereiterklärt, die Absorptionsspektra [...] technisch wichtigen Gase mit Rücksicht auf die Wünsche [...] Technik zu untersuchen; aber ihm fehlen die Mittel, um di[...] Untersuchungen auf höhere Temperaturen auszudehnen, [...] für die Gasstrahlungstheorie besonders wichtig ist. Auch [...]mittelbare Messung der Gasstrahlung in möglichst vielen Fä[...] ist notwendig, selbst wenn sie wegen der großen Gasmeng[...] die man dazu braucht, meist nur in der Praxis und daher [...] vollkommen stattfinden kann. Laboratoriumsmäßig will [...] Forschungsheim für Wärmeschutz in Münc[...] diese Versuche durchführen, sobald ihm Mittel dazu zur V[...]fügung stehen.

Für die Berechnung der Gasstrahlung ist ferner [...] Kenntnis der Strahlungszahlen der festen Körper wich[...] denn von ihnen hängt nach dem Kirchhoffschen Gesetz [...] Wärmeaufnahme durch Absorption einer gegebenen Strahl[...] ab. Da aber die Gase ausgesprochen selektiv, nur in [...]stimmten Wellenlängenbereichen strahlen, so kommt es [...] ihrer Strahlung nicht so sehr auf die Kenntnis des m[...]leren Absorptionsvermögens der festen Körper an, das [...] die Gesamtstrahlung dieser Körper maßgebend ist, als [...] auf, was sie bei den bestimmten Wellenlängen des Kohlensä[...] und Wasserdampfspektrums absorbieren. Diese Absorption[...] aber nur dann gleich der mittleren, wenn die absorbieren[...] Flächen grau sind. Daher ist die Untersuchung des Spektr[...] der technischen festen Oberflächen auch für den Wärmeü[...]gang von Gasen bei hohen Temperaturen wichtig. Einiges [...] die Eigenschaften dieses Spektrums kann man schon sa[...] wenn man die Gesamtstrahlung der Körper bei vielen versc[...]denen Temperaturen kennt. Damit wird die Wichtigkeit [...]gehender Untersuchung der Strahlung fester technischer O[...]flächen bei verschiedenen Temperaturen noch mehr betont.

Der bisherige und der spätere Weg der Praxis.

Da die Gasstrahlung in vielen Fällen so hohe Bedeu[...] hat, fragt es sich, ob man nach den neuen Erkenntnissen [...] bisherigen Konstruktionen der Feuerungstechnik abändern m[...] Bisher war man der Ansicht, es sei nach den Gesetzen der K[...]vektion vorteilhaft, das Gas mit möglichst großer Geschwin[...]keit und in möglichst kleinen Mengen zu führen. Nach den [...]setzen der Gasstrahlung ist aber oft das Entgegengesetzte [...]tig. Wo große Gasmengen und hohe Temperaturen auftre[...] muß man das Gas in möglichst großen Querschnitten mögli[...] langsam führen, damit es vermöge seiner großen Schichtd[...] viel strahlt (Leistung) und vermöge seines langen Aufentl[...] im Ofen viel Wärme nutzbar abgibt (Wirkungsgrad). Man [...] in diesen Fällen also den Grundsatz: möglichst hohe Geschw[...]digkeit durch den Grundsatz: möglichst langer Aufenthalt, erse[...]

Eine Betrachtung der bisherigen Ofenbauarten von die[...] Gesichtspunkt aus ergibt, daß man, entgegen der Meinung [...] dem Vorteil hoher Geschwindigkeiten, auf Grund der Erfah[...] vielfach doch das Richtige getroffen hat. Außer dem nach [...] alten Auffassung theoretisch unmöglichen Flammrohrke[...] bieten hierfür fast alle Industrieöfen mit ihren großen Gew[...] höhen Beispiele. Bei Erweiterung und Anwendung der ne[...] Erkenntnisse wird also kein Umsturz, sondern nur zielbewu[...] Fortschreiten auf dem früheren, zum Teil dunklen Weg der [...]fahrung notwendig sein. [B 59[...]

Verbessertes Rauchgasprüfgerät

In einem in der holländischen Zeitschrift „De Ingenieur" 1924 Nr. 7 veröffentlichten Vortrag von S. de Waard wird ein neues Gerät beschrieben, das in erster Linie eine genaue Feststellung von Unverbranntem in den Rauchgasen ermöglichen soll. Da die Absorption dieser Gase nach dem normalen Orsatverfahren teils schwierig und ungenau (CO), teils unmöglich (H_2) ist, so wendet de Waard in seinem Gerät von vornherein den Verbrennungsgrundsatz an und absorbiert lediglich Kohlensäure. Aus der nach der Verbrennung neu entstehenden Kohlensäure und der Volumverminderung läßt sich dann der Gehalt an unverbrannten Gasen angenähert berechnen. Eine genaue Berechnung ist deshalb nicht möglich, weil die verschiedenen in den Abgasen vorkommenden unverbrannten Gase CH_4, H_2, CO bei der Verbrennung je Volumteil verschiedene CO_2-Mengen und verschiedene Kontraktionen ergeben. De Waard findet dadurch einen brauchbaren Ausweg, daß er die gefundenen Zahlen einmal unter der Annahme auswertet, daß nur CH_4 und $CO_{[...]}$ das zweite Mal, daß nur H_2 und CO unverbrannt vorhanden sind. [...] Beispiel ergibt, daß das Mittel aus den beiden so gefundenen Verh[...] durch Unverbranntes von dem wahren Verlust nur wenig abweic[...]

Das Gerät selbst enthält nur eine CO_2-Absorptionspipette. [...] Wassermanometer ermöglicht die Kontrolle des Druckes im Gerät. [...] ist ein doppelter Mantel, der die Meßbürette umschließt; der in[...] Mantel ist Luftgekühlt und steht durch einen Hahn mit der Auße[...] in Verbindung. Der äußere Mantel wird in der üblichen Weise [...] Wasser gefüllt, wodurch Temperaturschwankungen beseitigt we[...]

Neu an dem Gerät ist außerdem ein Wasserkasten, durch de[...] aus der Verbrennungskapillare kommenden Gase zum Kühlen in ein[...] geführt werden. Die Untersuchung besteht nun lediglich in zwei Ko[...]säureabsorptionen und den entsprechenden Volumenablesungen. I[...]halb gewisser Grenzen hat das Gerät große Sicherheit und Genauig[...]

[N 706] Schac[...]

Stand der Kohlenstaubfeuerungen für Dampfkessel in Deutschland.

Von *Dipl.-Ing. Fr. Schulte, Direktor des Dampfkessel-Überwachungs-Vereins der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund zu Essen-Ruhr.*

Der Brennstoff. Besondere Kennzeichen der Kohlenstaubfeuerung. Verbrennungsvorgang (Zündung). Verbrennung. Feuerraum. Ausmauerung. Entschlackung und Entaschung. Ausgeführte Anlagen. Zusatzfeuerung. Versuchs- und Betriebsergebnisse. Wirtschaftlichkeit.

Die Kohlenstaub-Feuerungsanlagen gliedern sich im wesentlichen in zwei Hauptgebiete, nämlich die Aufbereitung und die Feuerung. Die Aufbereitung ist im Schrifttum der letzten Jahre so ausgiebig behandelt worden, daß sich ein näheres Eingehen hierauf an dieser Stelle erübrigt, zumal dieses Gebiet im wesentlichen als abgeschlossen gelten kann. Nachstehend soll aber nur das zweite Hauptgebiet, die Feuerung, mit der weitern Beschränkung auf Dampfkessel behandelt werden.

Der Brennstoff.

Für die Staubfeuerung kann man nach entsprechender Aufbereitung jeden festen Brennstoff verwenden. Meine Betrachtungen sollen sich jedoch auf die Kohle beschränken.

Nach der Aufbereitung hat die Kohle einen bestimmten Feinheits- und Feuchtigkeitsgrad. Der Feinheitsgrad wird in Deutschland nach dem Durchgang durch das Normalsieb 5000 bestimmt, das $70 \times 70 = 4900$ Maschen auf 1 cm² hat, in Amerika nach dem Durchgang durch das Sieb 200, das 200 Drähte auf 1 Zoll englisch oder 6200 Maschen auf 1 cm² hat. Man fordert in der Regel, daß 90 bis 95 vH durch das Normalsieb gehen. Der Feuchtigkeitsgehalt entspricht den für Vermahlung und Förderung gestellten Bedingungen. Rohrmühlen können im allgemeinen nur Steinkohlen unter 1 vH Feuchtigkeit vermahlen, alle andern Mühlen bis zu 6 vH, ausnahmsweise vorübergehend auch bis zu 8 vH, Braunkohle mit 14 bis 20 vH Feuchtigkeit. Während des Mahlens und der Beförderung nimmt der Feuchtigkeitsgehalt wegen der auftretenden Erhitzung noch etwas ab.

Abgesehen von diesen durch die Aufbereitung bedingten Veränderungen, hat der Kohlenstaub dieselben physikalischen und chemischen Eigenschaften wie die Kohle, woraus er entstanden ist. Von besondrer Bedeutung ist der Gasgehalt, da er den Verbrennungsvorgang maßgebend beeinflußt. Ihn bestimmt das Verhältnis $\left(H - \frac{O}{8}\right) : C$, d. h. verfügbarer Wasserstoff zu Kohlenstoff, das bei Fettkohle am günstigsten ist, Abb. 1.

Die Kurve $\left(H - \frac{O}{8}\right) : C$ fällt bei den mageren Brennstoffen stark, bei den gashaltigen schwach ab. Die Verbrennung verläuft also bei sehr gashaltigen Kohlen im allgemeinen günstiger als bei gasarmen, am ungünstigsten bei Koks. Anthrazit und Koks sind daher für die Verfeuerung ungünstige Brennstoffe. Der Aschengehalt des Kohlenstaubs richtet sich nach der Ursprungskohle. Bei dem vor der Wäsche abgesaugten Kohlenstaub nimmt der Aschengehalt im allgemeinen mit der Feinheit zu, Zahlent. 1.

Zahlentafel 1.

Körnung	0 bis 1/2	1/2 bis 1	1 bis 2 mm,
Aschengehalt	16,8	9	4 „ 6 vH.

Besondre Kennzeichen.

Die Kohlenstaubfeuerung hat große Ähnlichkeit mit der Gas- und Ölfeuerung. Wie bei diesen muß der Brennstoff in der Schwebe verbrennen, was bei der Kohlenstaubfeuerung wegen des festen Aggregatzustandes der Körnchen schwieriger ist. Hierdurch wird der Verbrennungsvorgang zeitlich eng begrenzt, während beispielsweise bei Rostfeuerungen die Verbrennung der festen Bestandteile zeitlich weit begrenzt ist. Nachteilig ist ferner, daß das ausgetriebene Gas zuerst, und zwar in sauerstoffreicher, der Koks zuletzt in sauerstoffarmer Luft verbrennt.

Die Entzündungstemperaturen der Kohlen sind noch nicht einwandfrei festgestellt. Nachstehende Zahlentafel 2 stellt die bisher im Schrifttum veröffentlichten Zahlen zusammen:

Zahlentafel 2. Entzündungstemperaturen in °C.

	Holm[1] (in Luft)	Sinnat und Moore[2] (in Sauerstoff)	Bunte[3] (in Luft)
Braunkohle	250	—	—
Steinkohle, böhm.	390	—	—
Cannelkohle	—	230	—
Anthrazit	440	258	—
Holzkohle	—	248	252
Halbkoks	—	—	395
Gaskoks, westf.	—	398	505
„ oberschl.	—	398	535
Zechenkoks	—	—	640

Diese Zahlen beweisen, daß je nach dem Charakter des Brennstoffes sehr große Unterschiede in den Zündtemperaturen bestehen und daß die Temperatur in reinem Sauerstoff wesentlich tiefer als in der Luft liegt. Bunte gibt weiter an, daß die Entzündungstemperatur mit steigendem Sauerstoff in der Luft, größerer Windgeschwindigkeit und geringerer Korngröße, vielleicht auch mit der Wärmeleitfähigkeit sinkt.

Ein Vorteil der Kohlenstaubfeuerung ist ferner die gute Feuerführung, ermöglicht durch enge räumliche und zeitliche Vereinigung der verschiedenen Stufen der Verbrennung, genaue Bemessung der Luftmenge, Zuführung der Luft an der besten Stelle und Gleichmäßigkeit der Brennstoffkörnung.

Abb. 1. Zusammensetzung der Brennstoffe (asche- und wasserfrei).

Der Verbrennungsvorgang.

Der Vorgang der Verbrennung von Kohlenstaub ist im Schrifttum bisher nicht sehr ausführlich behandelt worden, wahrscheinlich, weil grundlegende wissenschaftliche Versuche bisher fehlten. Nusselt hat neuerdings[4]) den Vorgang rechnerisch zu erfassen versucht. So wertvoll einige dabei gewonnene Ergebnisse sind, so müssen doch die berechneten Zahlen mit Vorsicht aufgenommen werden, da die den Berechnungen zugrunde gelegten Annahmen in Wirklichkeit niemals zutreffen. Im übrigen verweise ich auf meine ausführliche Veröffentlichung[5]).

Der Verbrennungsvorgang verläuft, wie bei allen festen Brennstoffen, in folgender Reihenfolge: Erhitzung, Entgasung, Verbrennung des Gases, Verbrennung der Koks. Bei der Erhitzung wird Wärme gebunden, und zwar bei Erwärmung auf die Verbrennungstemperatur von 1600° und der spezifischen Wärme der Kohle von etwa 0,35 kcal/kg etwa $1600 \cdot 0{,}35 = 560$ kcal/kg. Ob bei der Entgasung Wärme frei oder gebunden wird, steht noch nicht einwandfrei fest. Die neueste Auffassung geht dahin, daß durch die Entgasung Wärme frei wird, jedoch nicht in dem Maße, daß sie auf die Verbrennung größeren Einfluß haben könnte.

Die Zündung.

Die Zündung wird durch eine ganze Reihe von Eigenschaften und äußeren Umständen beeinflußt und erfolgt um so schneller, je schneller die Wärme aufgenommen wird. Die Wärmeaufnahme richtet sich nach dem Verhältnis der Oberfläche zum Inhalt des Kohlenkörnchens, wächst daher mit dessen Kantenlänge. Die Zündgeschwindigkeit steht demnach in geradem Verhältnis zur Mahlfeinheit. Von Einfluß sind auch äußere Gestalt und Oberfläche des Kohlenkörnchens.

[1]) Zeitschrift für angewandte Chemie 1913 S. 273.
[2]) Z. Bd. 65 (1921) S. 1289.
[3]) Gas- und Wasserfach, Bd. 65 (1922) S. 592.
[4]) Z. Bd. 68 (1924) S. 124.
[5]) „Glückauf" 1924 im Oktober.

Unter dem Mikroskop erscheinen die einzelnen Kohlenkörnchen als amorphe Körper von oft länglicher, nadelförmiger Gestalt. Die Form wechselt mit dem Ursprung der Kohle und der Bauart der Mühle. Die Oberflächenrauheit ist bei Kohlen verschiedenen Alters und verschiedener Herkunft verschieden. Sie ist bei Fettkohle und Braunkohle größer als bei Anthrazit und Gasflammkohle. Bei der Zündung enflammt ohne Zweifel ein Kohlenstäubchen mit amorpher Körnung und rauher Oberfläche schneller als ein kristallinisches mit glatter Oberfläche.

Von Einfluß ist ferner der Zündpunkt der Kohle, s. Zahlentafel 2. Der Kohlenstaub zündet um so schneller, je tiefer der Zündpunkt der Ursprungskohle ist. Merkwürdigerweise liegen die Zündpunkte der festen Brennstoffe niedriger als die der flüssigen und gasförmigen. Er richtet sich scheinbar nach der mehr oder weniger verwickelten Zusammensetzung des Moleküls. Je verwickelter ein Molekül zusammengesetzt ist, desto leichter wird es scheinbar gespalten, desto niedriger daher der Zündpunkt. Man könnte hieraus schließen, daß die Zündung der festen Brennstoffe durch die festen Bestandteile eingeleitet wird. Dies ist jedoch ein Trugschluß, da die Entgasung des Brennstoffs bereits bei 300° beginnt und das ausgetriebene Gas bei entsprechend hoher Temperatur bereits zu brennen anfängt, ehe die Zündtemperatur der Koks erreicht ist.

Die Zündung erfolgt teils durch Wandstrahlung, teils durch Rückstrahlung. Die Wandstrahlung kann durch entsprechende Gestalt (Parabelform) des Feuerraums begünstigt werden, hat jedoch auch dann noch geringere Bedeutung, als die Rückstrahlung durch die Flamme. Diese ist um so größer, je größer die Ausladung der Flamme ist. Das schnelle Ausbreiten der Flamme ist also durch entsprechende Gestalt der Kammer und geringe Einblasegeschwindigkeit zu begünstigen.

Auch die innige Mischung des Kohlenstaubes mit der Luft beim Austritt aus dem Brenner beschleunigt die Zündung. Daher hat man der Gestalt der Brenner in den letzten Jahren viel Aufmerksamkeit geschenkt, um diese innige Mischung zu erzielen. Da sich aber die Wirkung einer guten Brennerbauart hauptsächlich auf die Z ü n d u n g und nicht auf den weiteren Verlauf der Verbrennung erstreckt, so kommt ihr nur geringere Bedeutung zu.

Immerhin sollte man die Brennerbauart nicht völlig vernachlässigen; gibt es doch auch heute noch Brenner, die auf die Zündung sehr nachteilig wirken, z. B. solche mit innen liegendem Kohlenstaubkern und ringförmigem Luftmantel. Tritt ein so geführter Kohlenstaub-Luftstrahl in den Feuerraum, so muß die Wärme zuerst den Luftmantel durchdringen, ehe sie den Kohlenstaub zünden kann; dabei dehnt sich die Luft plötzlich stark aus und erfüllt den Feuerraum, ohne sich mit dem Kohlenstaub zu mischen. Besser ist die umgekehrte Anordnung mit Luftkern und Kohlenstaubmantel, wobei der Kohlenstaub sofort zündet.

Abb. 2. Austrittsgeschwindigkeiten der Luft aus Rohrleitungen bei verschiedenen Pressungen und Temperaturen.

Abb. 3. Luftbedarf verschiedener Kohlensorten.

Die Verbrennungstemperaturen, die man bei der Kohlenstaubfeuerung erzielen kann, sind wegen der Möglichkeit, den Luftüberschuß sehr gering zu bemessen, höher als bei jeder andern Feuerung. Ihr Einfluß auf die Zündgeschwindigkeit ist bekannt, ebenso der bereits erwähnte Einfluß des hohen Gasgehaltes. Die hier angeführten Eigenschaften und Umstände sind so verschiedenartig und wechselnd, daß ihre rechnerische Erfassung die größten Schwierigkeiten bietet. Man ist auf den Versuch angewiesen.

Im Schrifttum finden sich darüber nur wenige Angaben, die von den Verfassern selbst als unzuverlässig bezeichnet werden. Einen Anhalt bieten die Zündgeschwindigkeiten von Gasen, die bei den Versuchstemperaturen von 15 und 75° und bei Luftüberschüssen von 1 bis 2,5 fast sämtlich unter 10 m/s liegen. Bei Leuchtgas liegen sie unter 4 m/s. Sie steigen mit sinkendem Lu überschuß. Bei der Kohlenstaubfeuerung kommen mit vor wärmter Luft Temperaturen bis etwa 200° C in Frage. Es anzunehmen, daß hierbei die Zündgeschwindigkeiten ebenf unter 4 m/s liegen. Damit die Flamme nicht in den Brenner rückschlägt, muß die Einblasegeschwindigkeit höher als die Rü zündgeschwindigkeit sein. Das ist mit Sicherheit bei Windpr sungen von etwa 10 mm W.-S. zu erreichen, wobei die Einbla geschwindigkeit rd. 15 m/s beträgt, Abb. 2. Höhere Windpr sungen sind daher überflüssig und außerdem unwirtschaftlich

Übrigens kann man die Rückzündung auch bei sehr gerin Einblasegeschwindigkeiten durch eine Verengung in der Zuleitu verhindern, die so bemessen ist, daß an dieser Stelle die Zünd schwindigkeit unter allen Umständen über der Rückzündgeschw digkeit liegt. Bläst man den Kohlenstaub von oben nach un ein, so schlägt erfahrungsgemäß die Flamme weniger lei als bei anders gerichteter Einführung in den Brenner zurück, v mutlich, weil der freie Fall des Kohlenstaubes der Rückzündu entgegenwirkt. Neuerdings sind auch Kohlenstaubfeuerungen Betrieb gekommen, wo der Kohlenstaub nicht mehr mit Überdru eingeblasen, sondern durch den Schornsteinzug angesogen wi

Die Verbrennung.

Die Verbrennung des Kohlenstaubes gliedert sich in die V brennung des Gases und der Koks. Wird die ganze zur Verbr nung des Kohlenstaubes erforderliche Luft durch den Brenner e geblasen, so verbrennt das Gas unter hohem Luftüberschuß kurzer Zeit restlos infolge der schnellen Diffusion des aus triebenen Gases mit der Verbrennungsluft. Die Diffusion w dadurch unterstützt, daß sich das Gas infolge der Erwärmu plötzlich ausdehnt. Wird nur ein Teil der Verbrennungsluft Trägerluft durch den Brenner eingeblasen, so kann das aus triebene Gas nur dann sofort restlos verbrennen, wenn die Träg luft zu seiner Verbrennung ausreicht; Abb. 3 gibt einen Üb blick über den Luftbedarf verschiedener Kohlesorten, bezogen reine Kohle, sowie über den Luftbedarf der flüchtigen und fes Bestandteile. Beispielsweise ist bei Gasflammkohle mit 40 flüchtigen Bestandteilen der Luftbedarf der flüchtigen Bestandt 2,8 m³/kg, der der festen Bestandteile 5,2 m³/kg, alles bezo auf 1 kg Kohle. Die flüchtigen Bestandteile beanspruchen diesem Fall 35 vH des gesamten Luftbedarfs. Außerdem hä der Luftbedarf noch vom Aschengehalt ab, und zwar sinkt in umgekehrtem Verhältnis zum Aschengehalt. Die Menge Trägerluft ist demnach der Beschaffenheit der Kohle anzupas

Die Verbrennung des Koksstäubchens wird durch die D fusion der inzwischen gebildeten Feuergase mit der Verbrennun luft und durch die fortschreitende Ausdehnung der Gase info der Erhitzung unterstützt. A der freie Fall der Kohlenstä chen im Feuerraum und die tretenden Wirbel fördern die V brennung. Die Unterstütz durch den freien Fall wird um größer, je größer die Geschw digkeit des Kohlenstäubchens Sie steht im geraden Verh nis zum Durchmesser des K chens und beträgt z. B. nach V suchen des Bureau of Mines 0,02 mm Korndurchmesser 8 mm bei 0,06 mm Korndurchmes 23 mm/s. Nach Untersuchun desselben Instituts haben e 90 vH des durch das Sieb (6200 Maschen auf 1 cm²) gesie Staubes Korngrößen von 0,02 bis 0,06 mm. Die Wirkung freien Falles ist ferner um so größer, je dichter das Kohlenstä chen und je dünner das Rauchgas ist. Durch die Erhitz werden die Rauchgase auf etwa ¹/₆ des ursprünglichen Raum wichtes verdünnt, was für die Verbrennung günstig ist. Der f Fall kann natürlich nur dann günstig wirken, wenn die Beweg der Feuergase mit der der Kohlenstäubchen gleich gerichtet d. h. wenn die Flamme senkrecht geführt wird. Dann fallen a etwaige größere Kohlenkörnchen in die Flamme hinein.

Diffusion und freier Fall genügen jedoch allein nicht, eine schnelle restlose Verbrennung herbeizuführen. Ohne wei Hilfsmittel würde die Verbrennung des Kohlenstaubes schließ sehr langsam verlaufen, d. h. der Staub würde nicht restlos brennen, weil die Verbrennungsluft immer sauerstoffärmer die Möglichkeit der Berührung des Kohlenstäubchens mit Sauerstoff immer geringer wird. Ein sehr wirksames Mittel Unterstützung der Verbrennung ist die Zufuhr von Beiluft,

[...] den Amerikanern und neuerdings auch in Deutschland weit[...]nd angewandt wird. Besonders wirksam ist sie, wenn man [...] Luftstrom gegen die Flammenspitze führt, weil hierbei die [...]lenstäubchen in sauerstoffreicher Luft verbrennen.

[...] Nusselt kommt auf Grund von verwickelter Berechnung [...]em Ergebnis, daß die Brennzeit in geradem Verhältnis zum [...]drat der Korngröße steht. Die Mahlfeinheit hat daher auf die [...]ngeschwindigkeit noch viel höheren Einfluß als auf die Zünd[...]windigkeit, und vor der Verwendung zu groben Staubes [...] nicht eindringlich genug gewarnt werden. Auch mit Staub [...] geringerer Feinheit kann man eine restlose Verbrennung [...]len, jedoch nur bei größerer Flammenlänge und größeren [...]räumen. Bei sonst günstigen Verhältnissen braucht man [...] mit der Mahlfeinheit nicht zu weit zu gehen, da sie erheb[...] Kosten verursacht. Gashaltige Kohle braucht weniger fein [...]asarme vermahlen zu werden.

Der Einfluß höherer Temperatur auf die Verbrennung ist [...]ler Rostfeuerung her bekannt. Im Zusammenhang damit steht [...]uftüberschuß, den man bekanntlich bei gut geleiteten Kohlen[...] feuerungen äußerst gering bemessen kann. Man kann so [...] Verbrennungstemperaturen ohne weiteres erreichen, soweit [...]e Rücksicht auf die Haltbarkeit des Mauerwerks gestattet. [...]Aschen- und Schlackengehalt der Kohle hat auf die Verbren[...] keinen Einfluß, da beim Richtungswechsel der Flamme die [...]ckentropfen ausgeschleudert werden und daher aus dem Vor[...] ausscheiden. Das ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber der [...]euerung, wo die Schlacke auf dem Rost verbleibt.

Die bei hohen Temperaturen einsetzende Spaltung der Ver[...]ungsgase hat bei den Temperaturen, die für die Kohlenstaub[...]ung in Frage kommen, noch keine Bedeutung. Le Chatelier[1]) [...] für die Spaltung der Verbrennungsgase einen Beiwert

$$x = \frac{\text{dissozierte Kohlensäure}}{\text{gesamte Kohlensäure}}$$

[...] der für verschiedene Temperaturen folgende Werte hat:

Zahlentafel 3. Dissoziationsbeiwerte nach Le Chatelier.

1000	1500	2000	2500°
0,0006	0,008	0,04	0,19 vH

Abb. 4 und **5.** Größe der Feuerräume und Wärmeentwicklung der Feuerungen bei verschiedenen Kesselbauarten.

1 Zweiflammrohrkessel. 2 Lokomotivkessel. 3 Schrägrohrkessel. 4 Bettingtonkessel. 5 Steilrohrkessel. 6 Kohlenstaubfeuerungen.

[...]ie höchste bei Kohlenstaubfeuerungen auftretende Tempe[...] beträgt etwa 1800 bis 1900 °C. Der Spaltungskoeffizient ist [...] so gering, daß er vernachlässigt werden kann. Ähnlich [...] sich Wasserdampf verhalten.

Von der Zündung und Brenngeschwindigkeit hängt die [...]enlänge und damit die Größe der Brennkammer ab. Ihre [...]is ist daher für den Erbauer von Kohlenstaubfeuerungen [...]. Sie auf Grund bekannter physikalischer und chemi[...] Eigenschaften der Kohle zu berechnen, ist nach dem Ge[...] wahrscheinlich nicht möglich. Nach Beobachtungen an aus[...]ten Feuerungen kann man jedoch für die Zünd- und Brenn[...]indigkeit der Fettkohle bei gut geführter Verbrennung etwa [...]annehmen. Sie ist bei schlecht geleiteter Feuerung sicherlich das Vielfache dieses Wertes. Für eine gute Feuerführung bei Kohlenstaubfeuerungen ergeben sich folgende Gesichtspunkte:

1. Feines Ausmahlen des Kohlenstaubes, Anpassung der Mahlfeinheit an den Gasgehalt der Kohle.
2. Möglichst kurze und gerade Rohrleitungen bis zum Brenner, um eine Entmischung zu vermeiden.
3. Gleichmäßige (nicht stoßweise) Zuführung des Brennstoffes.
4. Einführung des Brennstoffes mit geringster Geschwindigkeit, soweit es die Rücksicht auf die Rückzündgeschwindigkeit erlaubt.
5. Einblasen des Kohlenstaubes in senkrechter Richtung.
6. Gutes Durchmischen von Kohlenstaub und Verbrennungsluft im Brenner.
7. Bemessung der Trägerluft nach dem Luftbedarf (Aschen- und Gasgehalt) der Kohle.
8. Stufenweise Beiluftzuführung, insbesondere gegen die Flammenspitze.
9. Anwendung geeigneter Gewölbeformen zum Erleichtern der Zündung (Parabel).
10. Geringer Luftüberschuß.
11. Erleichterung des Ausscheidens der Schlacke durch die Form im unteren Teil der Feuerung und durch die Flammenführung.
12. Begünstigung der Abstrahlung an Heizflächen.
13. Vorwärmen der Verbrennungsluft.

Der Feuerraum.

Gestalt und Größe des Feuerraums müssen bei Kohlenstaubfeuerungen nach ganz anderen Gesichtspunkten als bei Rostfeuerungen bestimmt werden. Wenn für die Verbrennung der festen Bestandteile in der Kohle wegen der zeitlich weiten Begrenzung der Verbrennung auf dem Rost ein verhältnismäßig geringer Raum genügt, beansprucht die Verbrennung bei Kohlenstaubfeuerungen wegen der zeitlich engen Grenzen der Verbrennung ohne Zweifel einen größeren Raum. Die Feuerräume für Kohlenstaubfeuerungen müssen daher größer als die der Rostfeuerungen sein.

Abb. 6. Räumliche Darstellung des Temperaturkonzentrations-Diagrammes.

Beachte: Hohe Schmelzpunkte der reinen Stoffe, tiefe Schmelzpunkte bei Mischungen.

Die Zahlentafel 4 gibt eine Übersicht über die heute gebräuchlichen Feuerräume bei Rostfeuerungen und Kohlenstaubfeuerungen. Ohne Zweifel sind die Feuerräume der Rostfeuerungen heute fast allgemein zu klein. Auch in Deutschland wird man in nächster Zeit, wie in Amerika, zu größeren Feuerräumen übergehen müssen, wo z. B. bei Rostfeuerungen auf 1 t/h verfeuerte Kohle 30 m³ Feuerraum angewandt werden. Der Feuerraum kann um so kleiner sein, je schneller die Verbrennung er-

Zahlentafel 4. Feuerräume für Dampfkessel.

Zweiflammrohrkessel	rd. 4	m³/th Kohlenverbrauch
Lokomotivkessel	„ 3,75	„ „
Schrägrohrkessel	„ 10,5	„ „
Bettingtonkessel	„ 15	„ „
Steilrohrkessel	„ 18,5	„ „
Kohlenstaubfeuerung	„ 60	„ „

[1]) „Die industrielle Heizung", 2. Aufl. 1923 S. 65/66.

folgt. Man muß also alle oben angeführten Maßnahmen fördern, die den Verbrennungsvorgang beschleunigen. Ist für den Erbauer die Größe des Feuerraums in m^3/th maßgebend, so beurteilt der Betriebsleiter die Feuerung nach ihrer Wärmeleistung in kcal/m^3 h. Ohne Zweifel gibt diese Wertung ein richtigeres Bild als die nach der verbrauchten Kohlenmenge.

Abb. 4 und 5 geben ein Bild beider Bewertungen für verschiedene Kesselbauarten. Bezüglich der Wärmeleistung ist von den Kesseln mit Kohlenstaubfeuerung der Bettingtonkessel der günstigste. Die Größe des Feuerraums wird in amerikanischen Berichten für Kohlenstaubfeuerungen in der Regel mit 60 m^3/th angegeben, doch ist man neuerdings auch in Amerika bis auf 40 m^3/th heruntergegangen. In Deutschland ist man bei geringen Einblasegeschwindigkeiten und guter Feuerführung unter 40 m^3/th gelangt.

Die Feuerräume der Kohlenstaubfeuerungen sollen so einfach wie möglich gestaltet sein. Vorsprünge und Einbauten haben, wenn sie nicht gekühlt sind, bei den hohen Temperaturen besonders zu leiden. Die vom Feuer unmittelbar berührten Mauerwerkteile sind starkem Verschleiß ausgesetzt; daher sind auch alle Versuche mißglückt, durch Anblasen des Mauerwerks eine besonders innige Mischung von Kohlenstaub und Luft im Feuerraum herbeizuführen. Dabei tritt gewissermaßen ein Wärmestoß auf, der die auf den Stein übergehende Wärme so vermehrt, daß sie nicht schnell genug abgeführt werden kann. Der Stein nimmt dann an der Oberfläche die Flammentemperatur an, die in der Regel über dem Schmelzpunkt der Schlacke, oft aber auch über dem Schmelzpunkt des Steines liegt, so daß der Stein dann teils wegen der hohen Temperatur, teils wegen des chemischen und mechanischen Angriffs der Schlacke schnell zerstört wird.

Tote Ecken soll man möglichst vermeiden. Alle Ecken sind daher abzurunden. Bei großen Feuerräumen sind möglichst mehrere Brenner anzuwenden. Die Flammenumkehr wurde bei den früher üblichen Einblasegeschwindigkeiten wegen der großen Flammenlängen von 10 bis 11 m als notwendig angesehen. Sehr häufig ließ sich diese Flammenumkehr nur durch Berührung mit dem Mauerwerk erzielen, die, wie gesagt, unbedingt zu verwerfen ist. Bei den neuerdings angewandten geringen Einblasegeschwindigkeiten und bei der verbesserten Feuerführung ist die Flamme jedoch nur wenige Meter lang, so daß die Flammenumkehr entbehrt werden kann. Muß sie aus besonderen Gründen beibehalten werden, so sollte sie ohne Berührung des Mauerwerks, lediglich unter Einwirkung des Schornsteinzuges erfolgen.

Die Verringerung der Flammentemperatur ist aus Rücksicht auf die Haltbarkeit des Mauerwerks erwünscht. Sie läßt sich bei Dampfkesseln fast aller Bauarten, mit Ausnahme des Flammrohrkessels, durch Abstrahlen an die Heizfläche erzielen. Danach ergeben sich folgende Regeln für die Gestaltung des Feuerraumes:

1. Einfache Form ohne Vorsprünge und Einbauten.
2. Begünstigung der Abstrahlung an Heizflächen.
3. Größe und Form müssen freie Flammenentfaltung und restlose Verbrennung gestatten; Vermeidung toter Ecken.
4. Keine Berührung des Mauerwerks mit der Flamme.

Die Ausmauerung.

Gelangte man auch in Deutschland verhältnismäßig schnell zu brauchbaren Formen und Größen der Brennkammern für Kohlenstaubfeuerungen, so ließ die geringe Haltbarkeit des Mauerwerks eine Zeit lang ernstliche Befürchtungen für ihre Weiterentwicklung aufkommen. Selbst bedeutende keramische Firmen, die sich erboten, einen jeder möglichen Brenntemperatur gewachsenen Stein zu liefern, machten mit der Kohlenstaubfeuerung schlechte Erfahrungen. Längere Haltbarkeit des Mauerwerks ließ sich nur dann erzielen, wenn der Luftüberschuß so hoch bemessen wurde, daß die feuerungstechnische Überlegenheit der Kohlenstaubfeuerung nicht zur Auswirkung kommen konnte. Besucher amerikanischer Anlagen berichten ebenfalls, daß dort betriebsmäßig ungefähr mit gleichem Kohlensäuregehalt wie bei Wanderrosten gearbeitet wurde, wenn auch in Versuchsberichten weit höhere Kohlensäuregehalte angegeben waren.

Sollte die feuerungstechnische Überlegenheit der Kohlenstaubfeuerung gewahrt bleiben, so mußte die Frage der feuerfesten Ausmauerung wissenschaftlich ergründet werden. Die keramische Industrie, die an der Lösung dieser Frage eigentlich am meisten beteiligt ist, zeigte bisher wenig Neigung dazu. Zur Zeit steckt in Deutschland die wissenschaftliche Erforschung der feuerfesten Steine in den ersten Anfängen, während uns das Ausland in mancher Beziehung schon voraus ist. Vor allem waren die Amerikaner schon wegen der schlechten Beschaffenheit ihrer Rohstoffe gezwungen, zur Verbesserung der feuerfesten Steine die Wissenschaft stärker heranzuziehen.

Die feuerfesten Steine bestehen im wesentlichen aus Kieselsäure, Tonerde und Kalk oder Magnesia. Denkt man sich die Steine zunächst einmal lediglich aus diesen Stoffen gebilde kann man jede mögliche Zusammensetzung in Gibbsschen ecken darstellen, Abb. 6. Trägt man auf der Fläche dieses ecks die Schmelzpunkte für die Steine verschiedener Zusam setzung auf, so erhält man ein Schmelzpunktrelief dieses stoffsystems[1]). Noch deutlicher wird die Darstellung, wenn die Linien gleicher Schmelzpunkte wie bei Landkarten d Höhenschichtlinien miteinander verbindet, Abb. 7. In dem fällt sofort der hohe Schmelzpunkt der reinen Stoffe auf; zwischen liegen Felder niedrigerer Schmelzpunkte.

Die feuerfesten Steine sind in der Regel Tonerdesilika Verbindung mit geringem Kalkzusatz. Aus dem Temperatur zentrations-Diagramm geht hervor, daß die kieselsäurerei Verbindungen den niedrigeren Schmelzpunkt haben. Der niedr Schmelzpunkt liegt demgemäß näher bei der Kieselsäureeck bei der Tonerdeecke. Die ausgesprochen sauren Silikas werden aus Quarzit, unter Zusatz von Kalk als Bindemittel, gestellt. Der Schmelzpunkt liegt bei SK 15 bis 16 (1450°).

Findlingsquarzite finden sich am Rhein sowie an der und an der Sieg. Außerdem gibt es feuerfeste Natursteine fast nur aus Kieselsäure und Tonerde, ohne jedes Binden bestehen. Trotz ähnlicher chemischer Zusammensetzung gleichem Schmelzpunkt zeigen sie jedoch ein ganz anderes halten als die gebrannten Silikasteine, nämlich ein sehr un nehmes, lang dauerndes Wachsen im Betriebe, wobei sie m und porös werden. Die Ursache ist die Gefügeveränderun hoher Temperatur, die bei den künstlichen Steinen beim Bre eintritt. Hier verläuft sie verschieden schnell, je nach der heit der Ausmahlung des Rohstoffes, der Temperatur, der B zeit und den vorhandenen Flußmitteln. Dabei wandelt sich Quarz, der im Naturzustand sechsseitige prismatische Kri bildet, Abb. 8, unter Volumenzunahme in Tridymit und Kris lit um. Der Tridymit besteht aus dünnen sechsseitigen T Abb. 9, bei häufiger Zwillingsbildung. Der Kristobalit ha körniges Gefüge.

Die Umwandlung soll beim ersten Brande möglichst we trieben werden. Die tongebundenen Steine mit Ton und Scha als Magerungsmittel sind im wesentlichen 1. Quarztons 2. Schamottesteine, 3. hochtonhaltige Steine, die unter Zusat Bauxit hergestellt werden. Bei 600 bis 1000° tritt ein Schw der Steine ein, bei 800° langsame Sillimanitbildung, Abb. 10. im Bilde sichtbaren Sillimanitnadeln treten jedoch erst auf, dem die Steine lange in Betrieb gewesen sind. Das Brenne folgt bei SK 9 (1280°). Die Steine können schneller als die S steine abgekühlt werden, da sie gegen Temperaturwechse empfindlicher sind und nicht so stark zur Rißbildung neiger

Feuerfeste Steine lediglich auf ihren Schmelzpunkt (SK prüfen, hat sich mit der Zeit als wenig wertvoll erwiesen. W tiger ist schon die Feststellung der Druckfestigkeit bei h

[1] Singer, Keramik, S. 100

Abb. 7. Projektion des Temperaturkonzentrations-Diagramms
Beachte: Schmelzpunkt-Tiefstwerte zwischen Kieselsäure- und K und zwischen Kalk- und Tonerdeecke.

Abb. 8. Quarzkristalle, 30fache Vergr.

Abb. 10. Sillimanitbildung, 40fache Vergr.

Abb. 9. Tridymit, 30fache Vergr.

peraturen, da die Steine oft schon mehrere Hundert Grad vor Schmelzpunkt erweichen. Zwischen physikalischer und che-her Beschaffenheit und Druckfestigkeit ist scheinbar kein mmenhang vorhanden. Auch der Kegelschmelzpunkt ist hier-nicht bestimmend. Einzelne Tonsorten zeigen wieder unter-nder verschiedenes Verhalten. Feinkörnige Steine sind aber er Regel vorteilhafter, als grobkörnige. Wertvoll sind die oskopische Untersuchung, die Prüfung des spezifischen Ge-tes und die Messung der Wärmeausdehnung, weil diese Werte ltspunkte für den guten Ausbrand des Steines geben.

Die Prüfung auf Empfindlichkeit gegen Temperaturschwan-en ist bis jetzt noch sehr roh. Von Einfluß hierauf sind Gefügebildung und die Porosität. Unter dem Einfluß der cke bilden sich leicht flüssige Eutektika, der Stein schmilzt der Oberfläche an, wobei Schamotte- und Quarzkörner in Schmelze schweben; oder der Stein nimmt die Schlacke in auf, die wegen ihres Gehalts an Flußmitteln die Druckfestig-vermindert. Die erste Wirkung ist daher mehr chemischer, weite mehr physikalischer Art.

Die Schlacken sind meist Tonerdesilikate, welche durch mittel mehr oder weniger stark verunreinigt sind. Die Silli-bildung ist in langsam abgekühlter Schlacke deutlich fest-llen. In eisenreicher Schlacke tritt Magnesitbildung auf. die Wirkung der Schlacke wird unter Umständen der elzpunkt sehr wesentlich herabgesetzt. Hiernach wären feuer-Steine auf folgende Eigenschaften zu untersuchen:

1. Äußere Form und Aussehen.
2. Feuerfestigkeit und Segerkegel.
3. Chemische Analyse.
4. Druckfestigkeit bei hoher Temperatur.
5. Raumgewicht, spezifisches Gewicht, Dichte.
6. Raumbeständigkeit, Prüfung im Dünnschliff.
7. Gefügeuntersuchung.
8. Widerstandsfähigkeit gegen Schlackenangriff.
9. Temperaturempfindlichkeit.
10. Wärmeleitfähigkeit.

Für die Ausmauerung kommen noch weitere Gesichtspunkte rage. Die Steine sollen eine möglichst ebene und glatte läche haben und scharfkantig sein, damit sie gut aufein-aufliegen und die Fugen möglichst dünn sein können. Fuge bildet eine Angriffstelle für die Schlacke und sollte so dünn wie möglich sein. Es empfiehlt sich außerdem, hst kleine Formate zu wählen, da diese in der Regel besser gebrannt sind.

Die früher aufgestellte Regel, bei saurer Schlacke nur saure zu verwenden, bei basischer Schlacke nur basische Steine, ich nicht als unbedingt erforderlich erwiesen, wenn auch eben werden muß, daß die chemische Beschaffenheit der ke im Zusammenhang mit der chemischen Beschaffenheit teines steht. Es liegen jedoch bereits Erfahrungen vor, h Feuerräume mit saurer Ausmauerung auch bei basischer ke vorzüglich gehalten haben.

Ein wirksameres Mittel, den chemischen Angriff der Schlacke ringern, ist d i e K ü h l u n g des Steines. Bei ausreichender ng liegt die Wandtemperatur des Steines unter dem Schmelz-der Schlacke, so daß diese beim Auftreffen auf den Stein erstarrt und einen Überzug bildet, der den Stein vor wei-Angriff schützt. Demgemäß werden die meisten Kohlen-euerungen jetzt mit gekühlten Steinen ausgeführt. Die hste Kühlung erfolgt dadurch, daß man zwischen feuer-Ausmauerung und Außenmauer einen Hohlraum anordnet, den Kühlluft gesaugt oder geblasen wird. Um die an übergehende Wärme nutzbar zu machen, verwendet man sie in den meisten Fällen als Verbrennungsluft, die von dem Ventilator angesaugt wird. Bei bekanntem Schmelzpunkt der Schlacke und bekannter Flammen- und Kühllufttemperatur (nach bisherigen Feststellungen höchstens 200 °) läßt sich die Dicke des Steines aus dessen W ä r m e l e i t z a h l berechnen.

Umgekehrt läßt sich bei vorhandener Steindicke die Wandtemperatur berechnen, Abb. 11. Die erst steil, dann schwächer verlaufenden Temperaturkurven lassen erkennen, daß die Wandtemperaturen bei geringer Steindicke um mehrere 100 °, bei großer Steindicke nur um rd. 100 ° unter der Flammentemperatur liegen. Das gekühlte feuerfeste Mauerwerk sollte also so dünn ausgeführt werden, wie es die Rücksicht auf die Haltbarkeit gestattet.

Wichtig ist noch die Frage, ob das feuerfeste Mauerwerk mit dem Außenmauerwerk auch bei Anordnung von Hohlräumen im festen Verband aufgeführt werden kann. Bei kleinen Feuerräumen kommt man meistens ohne Verband aus. Bei großen Feuerräumen läßt sich jedoch die feste Abstützung des feuerfesten Mauerwerks gegen das Außenmauerwerk mit Rücksicht auf die nötige Standfestigkeit nicht vermeiden; sie sollte aber nicht zu starr sein, damit sie geringe Ausdehnungen aufnehmen kann.

Abb. 11. Wandtemperaturen in Feuerungen.

Hiernach ergeben sich folgende Regeln für die Herstellung und Ausführung des Mauerwerks für Kohlenstaubfeuerungen:

1. Anpassung der Zusammensetzung an die Eigenschaften der Schlacke.
2. Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen.
3. Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse.
4. Gute mechanische Festigkeit.
5. Raumbeständigkeit.
6. Verwendung glatter Steine mit ebenen Flächen und scharfen Kanten.
7. Verwendung kleiner, gut durchgebrannter Steine.
8. Dünne Fugen.
9. Kühlung.
10. Anpassung der Mauerstärke an die durch den Schlackenschmelzpunkt bedingte Wandtemperatur.

[B 571]

(Schluß folgt.)

Das Gegendruckverfahren und seine Anwendung bei der Dampfturbine.

II. Teil: Neuere Gesichtspunkte für den Bau von Gegendruckturbinen.

Von Prof. Dr. G. Zerkowitz, München.

Die Entwicklung der Dampfturbine wird im allgemeinen geschildert, die der Gegendruckturbine im besonderen hinsichtlich der Unterteilung des Wärmegefälles in Stufen, wobei auf die verschiedenen Verluste und die Mittel zu ihrer Herabsetzung hingewiesen wird. Einige neuere Bauarten von Gegendruckturbinen werden besprochen, und es wird gezeigt, daß hierbei vielfach auf ältere Ausführungsformen zurückgegriffen ist.

Im ersten Teil meines Aufsatzes über das Gegendruckverfahren[1]), der die wärmetechnischen Grundlagen behandelte, wurde gezeigt, daß die Wirtschaftlichkeit des Gegendruckbetriebes um so größer wird, je höher das vom Kesseldruck bis zum Gegendruck zu verarbeitende Wärmegefälle und je größer der Gütegrad der Maschine ist, die dieses Wärmegefälle zu verarbeiten hat. Die weitere Frage, mittels welcher baulicher Maßnahmen die Ausnutzung eines solchen Wärmegefälles verwirklicht werden soll, kann nicht für sich, sondern nur im Zusammenhang mit den zurzeit im Dampfturbinenbau allgemein maßgebenden Gesichtspunkten besprochen werden.

Vor wenigen Jahren war im Dampfturbinenbau eine Art Beharrungszustand eingetreten. Für die damals noch üblichen Kesseldrücke von 15 bis 20 at konnte man bei Kondensationsturbinen thermodynamische Gütegrade erzielen, die je nach Leistung etwa 65 bis 80 vH betrugen. Dabei arbeitete der Hochdruckteil ungünstiger als der Niederdruckteil; da jedoch das im Hochdruckteil zu verarbeitende Wärmegefälle entsprechend einem Druckabfall vom Frischdampfdruck bis etwa 2 bis 5 at abs nur etwa 20 bis 30 vH des Gesamtgefälles betrug, wurden die größeren Verluste im Hochdruckteil durch die günstigere Arbeitsweise des Niederdruckteils in Anbetracht der rückgewinnbaren Reibungswärme wieder aufgewogen. Bei vielen

Abb. 1. Verlauf der Geschwindigkeitsziffer $\psi = w_2 : w_1$ in Abhängigkeit von der relativen Eintrittsgeschwindigkeit.

Turbinenbauarten bestand der Hochdruckteil lediglich aus einem zweikränzigen Geschwindigkeitsrad; damit wurde der Dampfdruck verhältnismäßig rasch herabgesetzt und die höheren Drücke und Temperaturen wurden von der eigentlichen Maschine ferngehalten. Daneben fehlte es nicht an Ausführungen, bei denen das Geschwindigkeitsrad durch eine geringe Zahl von Gleichdruckstufen, etwa drei, ersetzt wurde. Durch Füllungsregelung wurde erzielt, daß sich der Gütegrad bei Teilbelastung gegenüber Vollast nur unwesentlich verschlechterte.

Unverkennbar herrschte in den Jahren 1910 bis 1920 das Bestreben vor, die Stufenzahl der Turbinen zu verkleinern. Dies gilt besonders für Turbinen der Räderbauart, wobei zumeist Gleichdruckwirkung, mitunter auch Überdruckwirkung, verwendet wurde. In weniger starkem Maße wurde die Stufenzahl bei denjenigen Bauarten vermindert, bei denen das Wärmegefälle hinter dem Hochdruckteil mittels Trommel-Überdruckstufen ausgenützt wurde, wie dies bis zu Leistungen von etwa 5000 kW durchaus möglich war. Nur bei großen Leistungen und hohen Drehzahlen, also insbesondere bei den sogenannten Grenzleistungsturbinen, wurde, sofern man nicht zur Zweistrombauart überging, im Niederdruckteil die Trommelanordnung verlassen, wodurch die Stufenzahl für den letzten Teil des Wärmegefälles herabgesetzt wurde. Diese Entwicklung wurde dadurch gefördert, daß man die Drehzahl der von den Turbinen anzutreibenden Maschinen, wie insbesondere der elektrischen Stromerzeuger und der Kreiselverdichter, im Laufe der Zeit erhöhte oder Zwischengetriebe benutzte.

Die Gegendruckturbine entstand aus der gewöhnlichen Kondensationsturbine, indem man lediglich deren Hochdruckteil ausführte, den Niederdruckteil dagegen einfach wegließ, oder, sofern es sich nicht um eine einfache Gegendruckturbine, sondern um eine Anzapfturbine handelte, den Niederdru[ckteil] vom Hochdruckteil durch eine Zwischenwand trennte. E[s er]hellt daraus, daß die einfache Gegendruckturbine nur aus […] wenigen Stufen, häufig sogar nur aus einem Rad be[stand], das je nach Umständen einen bis drei Laufkränze trug. [Dem] Vorteil der einfachen Bauart stand jedoch vielfach der [Nach]teil gegenüber, daß der Gütegrad einer solchen Gegend[ruck]turbine verhältnismäßig gering war, und bei zweikrän[zigem] Geschwindigkeitsrad nicht mehr als 70 vH betrug; man [hatte] nämlich von der im vorstehenden gekennzeichneten Ko[nden]sationsturbine gerade den thermodynamisch weniger wert[vollen] Teil beibehalten. Dadurch befanden sich die Gegendruckt[ur]bine sowie die Anzapfturbine gegenüber der Kolbendampfmas[chine] in einem gewissen Nachteil, der nicht immer durch einfa[che] Bauart und geringeren Anschaffungspreis sowie durch [den] Vorteil des ölfreien Abdampfes aufgewogen werden k[onnte]. Immerhin wurden verschiedentlich, so bei niedrigerem G[egen]druck, mehrstufige Turbinen ausgeführt.

Heute bildet höchste Wirtschaftlichkeit einen der H[aupt]gesichtspunkte beim Entwurf einer Dampfkraftanlage. [Diese] Forderung erheischt vor allem eine Verbesserung des [Güte]grades; die Erhöhung des Anfangsdrucks stellt anderseit[s den] Turbinentechniker vor eine Reihe neuer Fragen: Vor [allem] kann man sich selbst bei der normalen Kondensationstu[rbine] nicht mehr mit einem geringen Gütegrad des Hochdruc[kteils] begnügen, weil das im Hochdruckteil zu verarbeitende G[efälle] so groß wird, daß die Verluste darin durch den günstig[er arbei]tenden Niederdruckteil nicht mehr wettgemacht werden k[önnen]. Der Hochdruckteil kann daher zumeist nicht mehr aus [einem] einfachen Geschwindigkeitsgrad bestehen, und dementspre[chend] kann auch die Gegendruckturbine bei größerem Wärmeg[efälle] nicht mehr in dieser einfachen Weise hergestellt werden.

Heute ist nun folgende Hauptaufgabe zu lösen: [Wie] kann man das Wärmegefälle im Hochdruckteil einer D[ampf]turbine günstiger ausnützen?, wobei wir den Begriff des [Hoch]druckteils absolut und relativ auffassen wollen. Zur [Beant]wortung dieser Frage ist es vor allem notwendig, auf di[e ein]zelnen Verlustquellen in der Dampfturbine näher einzu[gehen]. Das sind die Strömungsverluste in den Leit- und Laufscha[ufeln], ferner die Undichtheitsverluste an den Schaufelenden u[nd] den Zwischenböden, endlich die Verluste durch Radreibun[g und] Lüftung (Ventilation).

Wenn wir zunächst die Energieverluste für den eige[ntlich] arbeitenden Dampf, also die Verluste in den Leit- und [Lauf]schaufeln, ins Auge fassen, so besteht die Grundfrage [darin,] ob das Arbeiten mit *kleinen* oder mit *großen Da[mpf]geschwindigkeiten* günstiger ist. Kleinen Da[mpfge]schwindigkeiten entsprechen kleine Wärmegefälle in de[n ein]zelnen Stufen und mithin eine große Stufenzahl, großen [Dampf]geschwindigkeiten umgekehrt eine geringe Stufenzahl. D[ie ur]sprünglichen Turbinenbauarten, mit Ausnahme der de [Laval-] Turbine, arbeiteten mit kleinen Dampfgeschwindigkeiten [und] waren daher vielstufig. Man war damals der Ansicht, d[aß die] Reibungsverluste mit zunehmender Geschwindigkeit [größer] werden; so zeigt Abb. 1 den Verlauf der Geschwindigkeit[sziffer] $\psi = w_2/w_1$ in einer Gleichdruckschaufel in Abhängigkei[t von] der relativen Dampfeintrittsgeschwindigkeit[2]) w_1; w_2 bedeut[et da]bei die relative Austrittsgeschwindigkeit. In einer ideal [arbei]tenden Gleichdruckschaufel wäre $\psi = 1$; je niedriger der [Wert] von ψ ist, desto ungünstiger wird naturgemäß der Gütegr[ad].

Die ursprüngliche Gleichdruckturbine, Bauart Rateau [war] mit einer verhältnismäßig großen Zahl von Druckstufe[n aus]gestattet. Die große Baulänge, die durch die hohe St[ufen]zahl bedingt wurde, führte schon damals zu der zweigehä[usigen] Bauart, Abb. 2. Da diese Turbine nur ein verhältnis[mäßig] geringes Wärmegefälle zu verarbeiten hat, so ergibt sich [ohne] weiteres, daß die Dampfgeschwindigkeiten in den ein[zelnen] Stufen sehr mäßig sind. Es ergeben sich dabei Relativges[chwin]digkeiten in den einzelnen Laufschaufeln der ersten [...]

[1]) Z. Bd. 68 (1924) Nr. 7 vom 16. Februar S. 147.

[2]) Stodola Dampfturbinen 3. Aufl. (1905) S. 94.

Abb. 2. Zweigehäusige Rateau-Turbine aus den Jahren 1901/02.

e a 130 bis 150 m/s. Die Parsonsturbine wurde stets als t ige Überdruckturbine mit niedrigen Dampfgeschwindig- n ausgeführt; dasselbe gilt auch von den Bauarten, die d Parsonsturbine zunächst hervorgegangen sind. Abb. 3 e Bauart von Melms & Pfenninger aus dem Jahre 1905. ärmegefälle wurde zunächst vom Frischdampfdruck bis 3 is 5 at abs. in einer Anzahl Gleichdruckstufen a ver- t, die auf dem ersten Trommelabsatz angeordnet waren; itere Wärmegefälle wurde in Überdruckstufen aus- t, die auf den Trommelsätzen b und c angebracht waren. enn an dieser Stelle auf diese alten Bauarten hingewie- d, so geschieht dies aus dem Grunde, weil die neuere i lung zum Teil auf die alten Bauarten zurückgegriffen ß hierbei freilich neuere Erkenntnisse in strömungs- her und baulicher Beziehung mitverwertet werden, ist rständlich. Später ist man, wie bereits erwähnt, viel- r Verarbeitung des Wärmegefälls in einer geringen n Stufen übergegangen.

der reinen Gleichdruckbauart nach Zoelly wurde zu- ie Stufenzahl so vermindert, daß das in einer Stufe ver- te Wärmegefälle gerade dem kritischen entsprach, d. h. die i geschwindigkeit des Dampfes aus den Leitschaufeln in elnen Stufen lag in der Nähe der Schallgeschwindigkeit; t wurden sogar für die einzelnen Stufen noch höhere eschwindigkeiten gewählt, so daß im etwa 7 bis 8 Stufen genügten. Bei hung eines zweikränzigen Geschwin- ades im Hochdruckteil und einfachen ckstufen im Niederdruckteil konnte ar die Stufenzahl bis auf fünf herab- n Ausführungen der AEG und der MAN). aus der Parsonsturbine hervorgegange- rten wurde für den Hochdruckteil eben- e zumeist zweikränziges Geschwindig- a vorgesehen. So wurde auch bei der Tur- Abb. 3 der mehrstufige Hochdruckteil n Geschwindigkeitsrad ersetzt, jedoch e aus wärmetechnischen als aus bau- d betriebstechnischen Gründen. Dazu d der Wert des mehrstufigen Gleich- s als Hochdruckteil damals nicht voll ung kommen konnte, weil wegen der smäßig niedrigen Drehzahl und der zu verarbeitenden Dampfmenge eine eise Beaufschlagung möglich war, wo- ft- und Undichtigkeitsverluste an den nden zu sehr ins Gewicht fielen.

D etwa von 1908 ab veröffentlichten über die Verluste in Düsen (φ-) ferner in Gleichdruckschaufeln (ψ-) sind zum Teil recht widerspruchsvoll. hren 1910/11 vorgenommene Versuche von Christlein[1]) schienen darauf hinzudeuten, daß im Gegensatz zur ursprünglichen Ansicht die höheren Dampfgeschwindigkeiten günstiger als die niedrigen sind. Indessen dürfen aus den an sich beachtenswerten Untersuchungen von Christlein keine so weitgehenden Schlüsse gezogen worden; denn einmal erstreckten sich die Versuche nicht auf das Gebiet der kleinen Dampfgeschwindigkeiten zwischen 0 und 200 m/s, außerdem hatte Christlein bei den genannten Versuchen unbearbeitete Leitvorrichtungen verwendet, die an sich zu hohe Reibungsverluste ergaben. Daß auf Grund der Christleinschen Versuche mit gewöhnlichen, parallelwandigen Leitvorrichtungen große Dampfgeschwindigkeiten, die die Schallgeschwindigkeit weit überschreiten, be-

[1]) Z. Bd. 55 (1911) S. 2081. Zeitschr. f. d. gesamte Turbinenwesen, Bd. 9 (1912) S. 1.

Abb. 3. Turbine von Melms & Pfenninger, Bauart 1905.

Abb. 4. Geschwindigkeitsziffern der Gleichdruckdüsen, Neigung 20°, Stege 1 mm stark.

sonders günstig erschienen, bedarf auf Grund weiterer Untersuchungen von Stodola[1]) und Flügel[2]) einer Einschränkung. Beim Überschreiten des kritischen Gefälles, also beim Überschreiten der Schallgeschwindigkeit mittels einer gewöhnlichen Leitvorrichtung, kann man nur eine ganz geringe Verbesserung des φ-Wertes erzielen, wenn die Leitvorrichtungen sorgfältig bearbeitet sind.

Neue Versuche mit Düsen und Schaufeln hat in den letzten Jahren ein eigens dafür eingesetzter englischer Ausschuß durchgeführt; die Ergebnisse hat Dr. Kraft[3]) im Auszug wiedergegeben. Aus dieser Veröffentlichung sei eine Linie herausgegriffen, Abb. 4, die den φ-Wert in Abhängigkeit von der Dampfgeschwindigkeit darstellt. Darnach sinkt φ mit der Geschwindigkeit zwischen 100 und etwa 200 m/s, bleibt dann bis etwa 500 m/s, also bis zur Schallgeschwindigkeit, nahezu unverändert und steigt dann noch etwas beim Überschreiten der Schallgeschwindigkeit.

Hierzu bemerkt Stodola in dem kürzlich erschienenen Nachtrag zur 5. Auflage seines Lehrbuchs: „Das Auffallende dieser Ergebnisse ist das Steigen von φ bei kleinen Geschwindigkeiten im Widerspruch sowohl mit der Theorie der Reibung wie auch mit den sorgfältigen Messungen von Bachmann und Ombeck.“ Über die in den Laufschaufeln auftretenden Verluste geben alle bisher veröffentlichten Versuche insofern kein ganz einwandfreies Bild, als die Verhältnisse in der Turbine etwas anders als bei Versuchsanordnungen liegen. Der Einfluß der Eintrittskanten der Schaufeln im bewegten Laufkranz, der an den ruhenden Leitschaufeln mit erheblicher Geschwindigkeit vorbeigeführt wird, kann zu Erscheinungen führen, deren Untersuchung und volle Klarlegung nur schwer möglich ist.

Der Altmeister des Dampfturbinenbaues, Ch. A. Parsons, sagt in seinem Vortrag in der Weltkraftkonferenz, London 1924[4]), u. a.: „Im modernen Dampfturbinenbau entsteht die grundsätzliche Frage, ob man hohe Dampfgeschwindigkeiten

[1]) Dampfturbinen 5. Aufl. (1922) S. 125.
[2]) Z. Bd. 61 (1917) S. 650.
[3]) Z. Bd. 68 (1924) S. 182.
[4]) Engineering 11. Juli 1924 S. 63 und 64.

RZ606

Abb. 5 und 6. Einstufige Gegendruckturbine von Melms &
für 50 000 kg/h Dampf.

gegenüber mäßigen oder niedrigen bevorzugen soll Standpunkt der Verminderung der Stufenzahl und de der Herabsetzung der gesamten Länge der Turbine gegebene Dampfaufnahme ist es klar, daß diese hohen geschwindigkeiten zweckmäßig sind. Aber in dem Maß, Dampfgeschwindigkeit zunimmt, wird der Hauptvor Teilung des Druckgefälls in mehrere Turbinen geopfe Augenscheinlich wächst der Gütegrad der Umsetz verfügbaren Dampfenergie in mechanische Arbeit in de und Schaufeln in dem Maß, wie die Geschwindigkeit a

Dabei darf man nicht etwa annehmen, daß sich zu dieser Auffassung erst in jüngster Zeit bekannt hät die Dampfturbinen, Bauart Parsons stets, wie schon bemerkt, durch ein Stufenzahl und demgemäß durch Dampfgeschwindigkeiten gekennzeichn sons hat selbst für den Hochdruckteil malen Kondensationsturbine und de auch für die Gegendruckturbine, sowe Dampfmenge einigermaßen zuließ, vielstufige Überdruckbauart bevorzug

RZ606

Abb. 7. Gegendruckturbine, Bauart Melms & Pfenninger, mit Gleichdruckrad und Überdruckteil.

Außer den bereits geschilderten V sind vor allem noch die durch Lüft Radreibung zu erwähnen. Die L verluste sinken in dem Maß, wie di schlagung zunimmt. Große, womögli Beaufschlagung läßt sich verwirklich man kleine Raddurchmesser, kleine höhen und im Bedarfsfall hohe Dr wählt. Ähnlich verhält es sich bezü Radreibungsverluste, für die insbeso Herabsetzung der Durchmesser wese Stodola (3. Auflage S. 97) hat ber im Hinblick auf diesen Umstand den gesprochen: „Vom Standpunkte des W grades allein ist die Wahl sehr viel empfehlenswert.“ Radreibungs- und l verluste nehmen im übrigen mit der schen Gewicht des Dampfes zu; es e raus, daß gerade für Gegendruck namentlich bei Erhöhung des Anfan die entwickelten Gesichtspunkte bes beachten sind.

Abb. 6.

eere Bauarten von Gegendruck-turbinen.

:ndem wir nunmehr erkannt haben, Gsichtspunkte für den Bau von urbinen im allgemeinen und für ruckturbinen im besonderen maß- sind, seien einige neuere Bau-nbetrachtet. Eine neuere Ausfüh- die von der Ersten Brün- Maschinenfabrik herrührt, eits Löffler[1]) beschrieben. Sie ichnet sich durch eine große Zahl afen mit mäßigen Dampfgeschwin-en, normalen Drehzahlen von zu-6000 Uml./min und durch die An- g von mehreren Gehäusen. Das ad ist bisweilen etwas größer als lgenden. Versuche von Prof. und Prof. Stodola an einer ruckturbine für 13 at abs An-uck und eine verhältnismäßig Leistung ergaben für Vollast den sehr günstigen Gütegrad von rd. 82 vH. Diesem hohen Wert steht aber der verhältnismäßig niedrige Gütegrad von rd. 65 vH bei Halblast gegenüber.

Diese Verminderung des Gütegrades bei Teillasten ist darauf zurückzuführen, daß die erste Stufe kein wesentlich höheres Wärmegefälle als die folgenden Stufen verarbeitet. Das kann man selbst durch Füllungsregelung nicht wesentlich ändern, da der Wert der Füllungsregelung nur dann voll zur Geltung kommt, wenn das in der ersten Stufe zu verarbeitende Wärmegefälle einen erheblichen Anteil am gesamten Wärmegefälle hat. An sich ist naturgemäß die Füllungsregelung mit Rücksicht auf die Teillasten der Drosselregelung überlegen.

Allerdings treten in der Praxis Fälle auf, wo man Schwankungen in der Belastung von der Gegendruckturbine fernhalten kann, zumal wenn man sich entschließt, auch eine Speicheranlage zu schaffen, oder wenn man in der Lage ist, überschüssige mechanische Arbeit anderweitig zu verwenden, wie z. B. bei Stromlieferung an Überlandwerke. Bei kleineren Kraftwerken und kleineren Industriebetrieben ist aber die Gegendruckturbine häufig die einzige Kraftmaschine, und da ist es nicht immer möglich, die Turbine gleichmäßig zu belasten. Dann kann eine Turbine, deren erste Stufe einen erheblicheren Teil des Wärmegefälles verarbeitet, bei guter Füllungsregelung im Vorteil sein, weil dem ungünstigeren Gütegrad bei Vollast ein höherer Gütegrad bei Teillast gegenübersteht.

Abb. 5 und 6 zeigen eine Einrad-Gegendruckturbine, Bauart Melms & Pfenninger, bei der der gesamte Dampf nur in einem einzigen Laufkranz seine Arbeit abgibt. Als wirtschaftlich hochwertige Turbine kann jedoch diese Bauart nur für kleine Wärmegefälle angesehen werden; verwendet man sie für größere Wärmegefälle, so sinkt der Gütegrad. Bemerkenswert ist die Anordnung der Düsenventile, Abb. 6, die für die günstige Arbeitsleistung bei Teillast wesentlich sind. In der

[1]. Bd. 68 (1924) S 161.

Abb. 9. Vierstufige Gegendruckturbine von Brown, Boveri & Cie.

Abb. 8. Zweigehäuse-Gegendruckturbine, Bauart Brown, Boveri & Cie.

Ausführung, Abb. 7, ist nun das einkränzige Hochdruckrad durch mehrere Überdruckstufen ergänzt, die auf einer Trommel angeordnet sind. Durch diese Bauart kann man bei etwa 15 at Anfangsdruck für Vollast einen Gütegrad von 75 bis 76 vH, bei Halblast etwa 69 vH erreichen, so daß bei etwa ¾ Last der Gütegrad der mehrgehäusigen Ausführungen eingeholt werden kann. Dabei ist diese Bauart, die bis zu 50 000 kg/h Dampf bei 3 at abs Gegendruck zu verarbeiten gestattet, einfach und übersichtlich[1]). Die Regelung erfolgt in der gleichen Weise wie bei der Turbine nach Abb. 5 und 6.

Abb. 10. Dreistufige Gegendruckturbine von Brown, Boveri & Cie. bei abgehobenem Oberteil.

Abb. 8 stellt eine Gegendruckturbine von Brown, Boveri & Cie. für Leistungen von 600 bis 10 000 kW bei Gegendrücken von 1 bis 4 at dar. Ihr besonderes Kennzeichen ist die Verarbeitung von kleinen Stufenwärmegefällen, wodurch eine große Stufenzahl und damit die Verteilung der Schaufeln auf zwei Zylinder bedingt wird. Die erste, auf einem größeren Durchmesser angeordnete Stufe arbeitet nach dem Gleichdruckverfahren, während die übrigen Stufen für reine Überdruckbeschauflung bestimmt sind. Die beiden Zylinder werden vom Dampf in entgegengesetzter Richtung durchströmt, damit sich die Axialschübe ausgleichen. Die Regelung erfolgt je nach vorliegenden Verhältnissen durch Drosseln oder durch Dü ventile. Der Gütegrad beträgt nach Angabe der Firma 80 82 vH und darüber. Diese Turbinenbauart soll vor allem in Frage kommen, wo für den Strom, der nicht im eigenen W gebraucht wird, anderweitige Verwendung, z. B. in einem Ü landkraftwerk, vorliegt, also die Turbine mit wenig verän licher Belastung laufen kann.

Bei Anlagen, wo ein so hoher Gütegrad der Gegendr turbine nicht so ausschlaggebend ist, hält die Firma nach vor die wenigstufige Gegendruckturbine oder ohne Getriebe für den geeignetsten Kr erzeuger. Abb. 9 stellt den Schnitt durch vierstufige Gegendruckturbine für 1000 kW bei 16 at abs Anfangsdruck 6000 Uml./min dar. Der Stromerzeuger über ein Zwischengetriebe angetrieben. nach dem Gleichdruckverfahren arbeit Turbine zeichnet sich durch ihre geringen messungen, mithin durch niedrige Ansc fungskosten aus und wird durch Düsenver geregelt. Als Gütegrad werden etwa 7 angegeben. Abb. 10 zeigt eine Dreirad-Ge druckturbine für 7000 kW bei 16 at abs fangsdruck und 5 at abs Gegendruck bei gehobenem Gehäuseoberteil.

Die besprochenen Turbinen sind führungsbeispiele neuerer Gegendruckturbi Es ist zurzeit nicht möglich, ein abschlie des Urteil über die erwähnten Bauarten a geben, da hierüber noch keine genügenden fahrungen vorliegen; insbesondere fehlt es an Versuchen im eigentlichen Hochdruckge d. h. für Anfangsdrücke von 30 at und dari Die Gegendruckturbine befindet sich heute im Zustand einer n Entwicklung, deren Endergebnis man nicht vorhersehen kann.

Es sei nochmals hervorgehoben, daß diese Entwick in reichem Maße auf ältere Ausführungen und Erfahrungen rückgreift. Neben rein wärmewirtschaftlichen Gesichtspun spielen noch andere Umstände eine Rolle, welche die Wahl Bauart bestimmend beeinflussen können. So ist es z. B. am Platze, für kleinere Leistungen zur kostspieligen meh häusigen, vielstufigen Bauart überzugehen; für eigent Kleinturbinen dürfte auch der Wert der Erhöhung der Anfa drücke fraglich scheinen.

[B 60

[1]) Eine vereinigte Rad-Überdruckturbine als Gegendruckturbine wurde bereits vor 10 Jahren in einem Kaliwerk aufgestellt.

Die Kohlenstaub-Versuchsanlage der Staatlich Halsbrückner Hüttenwerke[1]).

Die Halsbrückner Versuchsanlage verfügt über je eine Fuller-, Rema-, Kofino- und Walther-Farner-Mühle. Die beiden letzten Mühlen arbeiten unmittelbar auf den Ofen, die beiden ersten sind durch Bunkerzwischenschaltung davon getrennt. Im einen Fall ergeben sich einfache Maschinen, im andern ist die Rückwirkung der Ofenverhältnisse und der Staubleitungen auf die Mühlenleistung ausgeschaltet. Die Kofinomühle arbeitete auf einen Schwarzkupferofen, für die andern Mühlen wurde eine neue Ofenanlage zum Konzentrieren von Kupferstein nebst Abhitzekessel geschaffen.

Die ganze Versuchsanlage dient dazu, die metallurgischen und maschinellen Grundlagen der Kohlenstaubfeuerung für Metallhütten zu klären. Die Konstruktion des Ofens führt in das Gebiet der Thermo-Dynamik metallurgischer Öfen, deren Grundlage die Rechnung mit dem beträchtlichen Gasvolumen bei den herrschenden Ofentemperaturen und nicht, wie bisher, mit Normalkubikmetern bildet.

Es ergeben sich zwei wichtige Feststellungen: 1. Die Beheizung eines Ofens mit hocherhitztem Abgas kann niemals dieselbe Arbeitsleistung ergeben wie mit der Flamme. 2. Die Grenzbelastung einer Verbrennungskammer hat für alle für die Kohlenstaubfeuerung in Betracht kommenden Brennstoffe einen gleichbleibenden Wert und beträgt rd. 338 000 kcal/m³h. Höhere Belastung muß zu unvollständiger Verbrennung und Überdruck im Ofen führen, wodurch die Kammer sehr bald zerstört wird. Die beste Kontrolle der Belastung ist die dauernde Messung der Druckverhältnisse in der Kammer.

[1]) Nach einem Vortrag von Dr.-Ing. Rosin, Dresden, in der Hauptversammlung der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute, Berlin 1924.

Bei der Staubfeuerung stehen sich also zwei Möglichkeiten mit Vor- und Nachteilen gegenüber: Entweder vollständige Verbrennung Staubes in der Kammer mit hohen Kammertemperaturen, Abschei der Kohlenschlacke in der Kammer, aber Beheizung des Ofens mit A bei verminderter Arbeitsleistung, oder Zündung des Staubes in Kammer und Verbrennung im Ofen bei gesteigertem Wärmeüber aber Mitführung von Kohlenasche in den Ofen und die Kanäle. Grund dieser Überlegung wurde eine Kammer mit elliptischem schnitt konstruiert, wobei der Brennstoff im Kammerbrennpunkt zündet wird, während der andre Brennpunkt in der Beschickung und der Sammelpunkt der Kammerstrahlung ist. Hierdurch wurde eine besondere Brennerkonstruktion mit sechs Düsen bedingt. Als stoff bewährte sich Dinas in einfacher Steinstärke am besten.

Der Flugaschenfrage kommt für die Metallhütten vom met gischen Standpunkt dort die größte Bedeutung zu, wo man infolge Gehaltes der Abgase an schädlichen Gasen oder rückgewinnbarem staub mit ausgedehnten Kondensationsanlagen arbeiten muß. Insbe dere die Rückgewinnung der Edelmetalle kann durch die erhöhte staubmenge infolge Verdünnung erschwert oder verhindert werden. derseits wirkt auch die Zugverschlechterung infolge Flugaschenablage auf die thermodynamischen Grundlagen der Staubverbrennung schä Die Dynamik der Gasbewegung erhält für die Kohlenstauböfen erh Bedeutung.

Die Kohlenstaubfeuerung gestattet wie keine andre, die Wechse kung zwischen metallurgischem Prozeß und Feuerung zu studieren. retisch vollkommene Verbrennung ist nahezu möglich. Beim Ko trieren von Kupferstein, wo in der Reaktionsperiode große Mengen CO gleichzeitig mit CO_2 auftreten, ermöglicht die maschinenmäßige gelung der Kohlenstaubfeuerung an der Hand der Gasaufzeichnung Auftreten von CO zu vermeiden und mit dauernd gleichbleibenden Gehalten von 18 bis 19 vH zu arbeiten.

[N 7]

Wärmeerzeugung und Wärmebilanzen von Feuerungen, besonders für minderwertige Brennstoffe.

Von Dipl.-Ing. Fr. Ebel, Essen.

Die Bedeutung von Kohlenstoffverlusten bei minderwertigen Brennstoffen. Das Berechnungsverfahren für Schornsteinverluste und Verluste durch unverbrannte Gase ist von der Höhe der Kohlenstoffverluste wesentlich abhängig. Neues Verfahren zur Bestimmung der wirklichen Verluste und Aufstellung richtiger Wärmebilanzen auf zeichnerischem Wege. Die Anwendung der Vorschläge bei ausgeführten Feuerungsuntersuchungen bringt neue Einblicke in die Bilanzen der Wärmeerzeugung und Wärmeübertragung und in die Zündleistung von Zündgewölben. Allgemeine Winke für Verfeuerung minderwertiger Brennstoffe und Anwendung der gleichen Verfahren auf Gasfeuerungen.

Bevor auf die eigentlichen Untersuchungen und Ergebnisse eingegangen werden kann, sei zum besseren Verständnis die Frage beantwortet, warum beim Essener Dampfkessel-...erwachungs-Verein die Verdampfversuche teilweise zu Feue...gsuntersuchungen ausgebaut wurden.

Der Einfluß des Restverlustes.

Jedem, der schon einmal mit minderwertigen Steinkohlen ...dampfversuche durchgeführt hat und nachher die üblichen ...rmebilanzen aufstellen wollte, wird es aufgefallen sein, daß ... sogenannte Restglied der Bilanz, besonders bei Unterwind...erungen, meist ungewöhnlich hohe Werte annimmt, mitunter ...zu 20 vH und mehr. Als Ursache hierfür müssen in der Haupt...e Flugkoksverluste angesehen werden, die sich ohne Er...werung des Betriebes bei Versuchen nicht unmittelbar fest...llen lassen.

Welche Bedeutung diese Kohlenstoffverluste für die Aus...zung haben, geht am besten aus Abb. 1 hervor, die für Gas...mkohle als Beispiel entworfen wurde. Die Ordinaten bis zu ... nach rechts abfallenden Linien geben den Kohlenstoffgehalt ... Brennstoffe bei verschiedenem Aschen- und Wassergehalt und ... Ordinaten bis zu den nach rechts ansteigenden Linien die ...lenstoffverluste durch verschiedenen Ausbrand der Rückstände ...chließlich Flugasche an. Die rasche Annäherung beider Ordi...en aneinander zeigt die außerordentliche wirtschaftliche Be...ung der Kohlenstoffverluste. Da die Unterschiede beider ...inaten der gebildeten Kohlensäuremenge gleichwertig sind, ...n man schon aus diesem Bild ableiten, daß die erzeugte Rauch...menge bei minderwertigen Steinkohlen je nach den Kohlenstoff...usten außerordentlich verschieden sein kann, und daß alle ...lustrechnungen, die sich auf die Rauchgasmenge stützen, auf ...e Tatsache Rücksicht nehmen müssen.

Abb. 2 zeigt die Kohlenstoffverluste statt in Gewichtsteilen ...Wärmeeinheiten, und in Abb. 3 sind diese Wärmeverluste in ...iehung zum unteren Heizwert der Kohle dargestellt. Die außer...ntliche Bedeutung der Verluste tritt hier besonders eindring...in die Erscheinung.

Den Einfluß der Kohlenstoffverluste auf die Abgasschau...ier zeigt Abb. 4. Während bei Gasflammkohle von etwa 30 vH ...hen- und 15 vH Wassergehalt für restlose Verbrennung $CO_{2\,max} = 19{,}23$ vH ist, wandert die Dreieckspitze nach den ...kten 1, 2, 3 oder 4, also bis zu $CO_{2\,max} = 17$ vH, wenn die ...ckstände 15, 25, 35 oder 45 vH Verbrennliches enthalten. Liegt ... ein Analysenpunkt innerhalb des Dreiecks, so kann man daraus noch nicht auf das Vorhandensein von Kohlenoxyd in den Rauchgasen schließen, da die Ursache ebensogut Flugkoks sein kann.

Nach Abb. 1 ist die als wirklicher Träger der fühlbaren Schornsteinverluste in Frage kommende Rauchgasmenge dem Unterschied beider Ordinaten gleichwertig; sie weicht also mit steigendem Aschengehalt und schlechtem Ausbrand der Rückstände mehr und mehr von der bei restloser Verbrennung möglichen Gasmenge ab. Ferner kann weder die Verbandsformel noch die Siegertsche Näherungsformel für die Schornsteinverluste auf die in der Mehrzahl der Fälle unbekanten Kohlenstoffverluste Rücksicht nehmen, woraus folgt, daß beide Formeln Rauchgasmengen voraussetzen, die zwar bei hochwertigen, aber nicht mehr bei minderwertigen Kohlen der Wirklichkeit nahekommen.

Berechnet man für die Verhältnisse von Abb. 1 bei 12 vH CO_2-Gehalt und 275° Abgangstemperatur die fühlbare Wärmemenge der wirklich entstehenden Rauchgasmengen, so erhält man Abb. 5. Die für 1 kg Brennstoff abziehende Wärmemenge nimmt

Abb. 4. Einfluß des Unverbrannten auf das Abgasdreieck für Gasflammkohle mit 30 vH Asche und 15 vH Wasser.

Abb. 1. Kohlenstoffgehalt von Gasflammkohle ... Rückständen in Abhängigkeit vom Aschen- und Wassergehalt der Kohle.

Abb. 2. Wärmeverluste durch Unverbranntes bei Gasflammkohle.

Abb. 3. Verluste durch Unverbranntes bei Gasflammkohle in vH des Heizwertes.

Abb. 5. Schornsteinverluste in kcal in Abhängigkeit vom Aschen- und Wassergehalt von Gasflammkohle und vom Ausbrand der Rückstände.

Brennbares in den Rückständen
1 = 15 vH, 2 = 25 vH, 3 = 35 vH, 4 = 45 vH.

Abb. 6. Schornsteinverluste in vH des Heizwertes in Abhängigkeit vom Aschen- und Wassergehalt von Gasflammkohle und vom Ausbrand der Rückstände.

Brennbares in den Rückständen
1 = 15 vH, 2 = 25 vH, 3 = 35 vH, 4 = 45 vH

Abb. 8.
Wärmeverluste durch CO-Bildung bei Gasflammkohle für $x = 0{,}1$.

Brennbares in den Rückständen
1 = 15 vH, 2 = 25 vH, 3 = 35 vH, 4 = 45 vH

um so schneller ab, je schlechter die Kohle und je schlechter der Ausbrand ist.

Abb. 6 zeigt, daß diese Abnahme schneller als die Verminderung des Heizwertes vor sich geht, und vor allem, daß sich geringere Schornsteinverluste als nach den schon genannten Formeln ergeben. Ähnlich ist es bei den Verlusten durch CO-Bildung. Abb. 7 zeigt die Größe dieser Verluste für Reinkohle, wenn $x = \frac{CO}{CO_2 + CO}$ ist. Berechnet man bei $x = 0{,}1$ für die sich aus Abb. 1 ergebende Rauchgasmenge die Wärmeverluste, so erhält man Abb. 8. Die Verluste nehmen wieder um so schneller ab, je größer die Kohlenstoffverluste sind. Abb. 9 stellt diese Verluste in bezug auf den Heizwert dar und läßt erkennen, daß sich bei hochwertigen Brennstoffen für den angenommenen Sonderfall ein Verlust von etwa 5½ vH einstellt, daß aber derselbe Verlust bei minderwertigen Kohlen durch die Kohlenstoffverluste erheblich herabgedrückt werden kann.

Abb. 7.
Wärmeverluste durch CO-Bildung, bezogen auf Reinkohle.

Abb. 9.
Wärmeverluste durch CO-Bildung in vH des Heizwertes bei Gasflammkohle für $x = 0{,}1$.

Brennbares in den Rückständen
1 = 15 vH, 2 = 25 vH, 3 = 35 vH, 4 = 45 vH

Unrichtigkeit der Wärmebilanzen.

Nach Erkenntnis dieser Verhältnisse sahen wir uns [illegible] Essener Dampfkessel-Überwachungs-Verein der betrübenden [illegible]sache gegenüber, daß die nach den bisher üblichen Verfahren [illegible]gestellten Wärmebilanzen wenig Anspruch auf Richtigkeit ma[illegible] können, und daß die bisherigen Rechnungsarten die wirkli[illegible] Verhältnisse erheblich verschleiern; die schon vorher ungew[illegible]lich hohen Restglieder in den Bilanzen müßten eigentlich [illegible] größer sein, weil die anderen Verluste fälschlich mehr oder wen[illegible] zu hoch angegeben wurden.

Zur Abhilfe mußte ein Verfahren gefunden werden, um [illegible] der Rauchgasanalyse die wirkliche Rauchgasmenge und die d[illegible] abziehende Verlustwärme zu bestimmen und die Kohlenstoffverl[illegible] durch Flugkoks usw. durch Rechnung zu erfassen. Die Ver[illegible]nisse drängten dazu, nicht nur den Heizwert und die nut[illegible]gemachte Wärme zu berechnen, sondern auch die Feueru[illegible] daraufhin zu untersuchen, welchen Teil des Heizwertes si[illegible] Wärme umsetzt und was in unverbrannter Form verloren ge[illegible]

Neues Verfahren für Feuerungsuntersuchungen.

Der Weg, auf dem dieses Ziel zu erreichen versucht w[illegible] sei in den wichtigsten Punkten hier angedeutet[1]). Von bi[illegible] nicht benutzten Beziehungen zwischen der Brennstoffzusam[illegible]

[1]) Ausführlich sind die Vorschläge hierfür in einem Aufsat[illegible] Verfassers „Feuerungsuntersuchungen unter besonderer Be[illegible]sichtigung minderwertiger Steinkohle" in „Glückauf" Bd. 59 [illegible] Heft 37/39 behandelt.

Abb. 10. Zusammensetzung der Brennstoffe (aschen- u[illegible] wasserfreie Substanz). Verhältnis $(H - O/_8) : C = 1 : a$.

Abb. 11. Luftbedarf und Rauchgasmenge für 1 kg Brennbares (0° und 760 mm Q.-S.) für theoretisch vollkommene und restlose Verbrennung.

Abb. 12. Untere Heizwerte von Steinkohlen (aschen- und wasserfreie Substanz; 1 kg Brennbares = 0,99 kg Reinkohle + 0,01 kg Schwefel).

…ung und Rauchgasanalyse wurden folgende Werte heran-gezogen:

Bei der Brennstoffzusammensetzung das Verhältnis vom Gewicht des freien Wasserstoffes zum Kohlenstoffgewicht $(H—O/_8):C$, Abb. 10, das mit $1:a$ bezeichnet sei. Hierfür ist die Kenntnis der Elementarzusammensetzung erforderlich oder, wenn ihre Herkunft die Kohle als zu einer bestimmten Gattung gehörig kennzeichnet, wenigstens die Kenntnis der flüchtigen Bestandteile. Das Verhältnis $1:a$ ist von dem Grad der Minderwertigkeit des Brennstoffs unabhängig.

Dasselbe gilt für den Luftbedarf für 1 m³ der theoretischen Rauchgasmenge, der gleichfalls für Kohlen gleicher Gattung in hochwertiger oder minderwertiger Mischung unveränderlich ist, Abb. 11. Auch beim Heizwert findet sich ein solcher Wert, der für Kohlen von gleichem Alter, Nußkohle oder schlechtesten Kohlenschlamm, zutrifft. Es ist dies der Heizwert q für 1 m³ der theoretischen trockenen Rauchgasmenge für 1 kg Brennbares, Abb. 12, der als Heizwertdichte bezeichnet sei.

Die Einführung des Verhältnisses $1:a$ von freiem Wasserstoff- zum Kohlenstoffgewicht führte zu dem Gedanken, die Ver-

Abb. 13. Tafel zur Bestimmung des Verhältnisses von verbranntem Wasserstoff zu verbranntem Kohlenstoff.

Abb. 14. Luftbedarf für 1 m³ Rauchgas $\left(4{,}77\,\frac{CO_2 + O_2}{100} + 2{,}385\,\frac{CO}{100} + 2{,}67\,\frac{h'}{100}\right)$

brennungsgase von Wasserstoff und Kohlenstoff aus der Rauchgasanalyse getrennt auszusondern und daraus die verbrannten Gewichtmengen an Wasserstoff und Kohlenstoff rückwärts zu berechnen. Das ist mit Hilfe eines Schaubildes, wie Abb. 13, einfach und anschaulich ausführbar.

Durch geeignete Wahl der Maßstäbe wurde erreicht, daß die durch die mittlere kleine Leiter — für die durch Absorption ermittelten Gasteile — hindurchgehenden Strahlen auf der großen Leiter die 4,77 fache Raummenge, also auch den zugehörigen Stickstoff angeben. Der dann noch verbleibende kleine Ga wird als Stickstoff der Wasserstoffverbrennung angesehen un die Berechnung des gleichwertigen Wasserstoffgewichtes gewertet.

Abb. 15. Kesselanlage für die erste Versuchsreihe.

Das Bild gestattet also, für die wirkliche Verbrennung Wasserstoff-Kohlenstoffverhältnis $1 : a'$ auszurechnen. Der sprechende Wert $1 : a$ für die Brennstoffzusammensetzung gib wieviel Kohlenstoff auf ein Gewichtsteil Wasserstoff verb werden müßte. Der Unterschied der beiden Werte $a - a'$ is mittelbar der Kohlenstoffverlust für 1 m³ Rauchgas auf ein wichtsteil Wasserstoff unter der Voraussetzung, daß die Wa stoffverluste vernachlässigt werden können. Die so gefund Kohlenstoffverluste kann man unmittelbar in Wärmeeinheite geben.

Die Kenntnis der für 1 m³ Rauchgas verbrannten Wa stoff- und Kohlenstoffgewichte wurde weiter dazu benutzt, wirklichen Luftverbrauch darzustellen. Wichtiger ist aber, di nannten Gewichte mit den entsprechenden Heizwerten zu ve fachen und so die für 1 m³ Rauchgas erzeugte Wärmemeng berechnen. Abb. 14 zeigt den Gang dieser Rechnung und das angefertigte Schaubild.

Ergebnisse der Untersuchungen.

Nachdem die wichtigsten Punkte hier angedeutet sind, zu den eigentlichen Untersuchungen mit ihren Ergebnissen gegangen werden[1]). Die dafür benutzten Kesselanlagen h sämtlich Schrägrohrkessel mit Unterwind-Wanderrosten für derwertige Brennstoffe. Die Roste hatten keine sogenannte Z regelung, waren aber mit wirksamen Staupendeln ausger

[1]) Die vollständigen Versuchsergebnisse sind in einem Aufsatz de fassers „Untersuchungen an Wanderrosten und Zündgewölben" in „Glü Bd. 60 (1924) Heft 25/27 enthalten.

Zahlentafel 1. Brennstoffkennwerte der ersten Versuchsreihe.

Versuch Nr.	1	2	3	4			5	6
Tag des Versuchs	30. 5. 1922	31. 5. 1922	1. 6. 1922	2. 6. 1924			4. 1. 1923	
Brennstoff-Kennwert	½ Mittelprodukt und ½ Schlammkohle		Schlammkohle	½ Mittelprodukt und ½ Schlammkohle	Koksgrus	Mischung 2 : 1	½ Mittelprodu und ½ Schlammkoh	
1. Wassergehalt . . . vH	8,82	13,97	19,35	13,90	11,75	13,20	11,07	11,94
2. Aschengehalt . . . „	24,13	25,84	16,48	24,42	22,96	23,90	22,49	21,37
3. Brennbare Substanz (Reinkohle) . . . „	67.05	60,19	64,17	61,18	65,29	62,90	66,44	66,69
4. Flüchtige Bestandteile . . . „	20,92	18,41	18,40	18,55	7,33	16,40	21,90	22,01
5. „ „ der Reinkohle . . „	31,20	30,60	28,70	30,40	11,20	26,00	33,00	33,10
6. Verhältnis $\left(H - \frac{O}{8}\right) : C = 1 : a$	1 : 20,5	1 : 21,5	1 : 20,5	1 : 21,0	1 : 27,0	1 : 22,4	1 : 20,7	1 : 20,7
7. Kohlenstoffgehalt C der Kohle . . . vH	55,7	49,1	52,9	52,0	60,3	54,9	55,5	55,7
8. Davon in der Schlacke . . . „	3,99	4,10	4,30	—	—	6.00	—	—
9. Unterschied . . . „	51,71	45,10	48,60	—	—	48,90	—	—
10. Unterer Heizwert der feuchten Kohle kcal/kg	5261	4545	4930	4619	4935	4725	~ 5254	5258
11. Oberer „ „ „ „ „	5314	4629	5046	4702	5005	4804	~ 5320	5330
12. Unterer „ der Reinkohle „	7930	7700	7870	7690	7660	7650	~ 8000	8000
13. Heizwertdichte q der Rauchgase . kcal/m³	956	956	956	956	948	955	957	957
14. Theoretische trockene Rauchgasmenge m³/kg	5,56	4,84	5,28	—	—	5,03	5,56	5,57
15. Luftbedarf l für 1 m³ Rauchgas . . . m³	1,027	1,028	1,028	1,028	1,019	1,024	1,027	1,027
16. Luftbedarf für 1 kg Brennstoff . . . „	5,71	4,98	5,42	—	—	5.16	5,71	5.72
17. Verfeuertes Brennstoffgewicht . . . kg/h	1704	1580	1508	—	—	1930	~ 1700	~ 1700

Zahlentafel 2. Rauchgasauswertung.

Nr.	Gegenstand (Versuch Nr. / Versuchstag / Meßstelle.)	1 — 30. Mai 1922: I	II	III	IV	V
1	Kohlensäuregehalt CO_2 . . . vH	6,6	12,8	14,8	13,3	11,0
2	Sauerstoffgehalt O_2 . . . „	10,9	6,4	2,8	4,5	8,2
3	Kohlenoxydgehalt CO . . . „	—	—	0,09	0,06	—
4	Verbranntes Wasserstoffgewicht h' . . . g	7,6	3,9	7,27	6,9	3,9
5	„ Kohlenstoffgewicht c' . . . g	35,4	68,6	79,9	71,6	59,0
6	Verhältnis $h' : c' = 1 : a'$ . . .	1 : 4,66	1 : 17,6	1 : 11,0	1 : 10,4	1 : 1
7	Temperatur der Rauchgase . . . °C	—	1130 — 1350		780	31
8	Verzehrte Luft für 1 m³ Rauchgas l'_0 . . . m³	0,516	0,716	0,900	0,820	0,6
9	Zugeführte Luft für 1 m³ Rauchgas l'_z . . . „	1,038	1,019	1,036	1,034	1,0
10	Rauchgasmenge für 1 kg Kohle . . . „	0,58	2,86	4,84	5,32	7,0
11	Verzehrte Luft für 1 kg Kohle . . . „	0,299	2,050	4,350	4,360	4,4
12	Zugeführte Luft für 1 kg Kohle . . . „	0,60	2,91	5,02	5,49	7,2
13	Scheinbare Luftüberschußzahl n_s . . .	2,01	1,42	1,15	1,26	1,6
14	Wirkliche Luftüberschußzahl n . . .	0,15	0,51	0.88	0,963	1,2
15	Erzeugte Wärme für 1 m³ Rauchgas . . . kcal/m³	505	665	852	780	59
16	„ „ „ 1 kg Kohle . . . kcal/kg	293	1900	4115	4140	414
17	Erzeugte Wärme abzügl. Verdampfwärme der Brennstoffeuchtigkeit . . . kcal/kg	—	—	—	—	409
18	Nutzbar gemachte Wärme . . . „	—	—	—	—	314
19	Wirkungsgrad der Heizfläche . . . vH	—	—	—	—	76,8
20	Gütegrad der Feuerung . . . „	52,9	69,6	89,2	81,6	61,9
21	Kalorischer Wirkungsgrad der Feuerung . . . „	5,5	35,8	77,4	77,9	78,0

Abb. 16. Wärmebilanzen, Versuch 1.

Abb. 17. Wärmebilanzen, Versuch 2.

daß die ganze Rostfläche bedeckt gehalten wurde. Einen Plan der Kesselanlage für die erste Versuchsreihe zeigt Abb. 15. Von den daran angestellten 7 Versuchen waren 4 vollständige Verdampfversuche von achtstündiger Dauer. Die Versuche 5 bis 7 waren nur Feuerungsuntersuchungen von je dreistündiger Dauer. Die in Abb. 15 eingetragenen Kreise I bis V deuten die Meßstellen an, wo Rauchgase entnommen und untersucht wurden. Die Kennwerte der bei diesen Untersuchungen benutzten Brennstoffe sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt, die außer den sonst üblichen Brennstoffwerten die bereits oben angeführten Sonderwerte enthält.

Von den Versuchsbeobachtungen sollen hier nur die Ergebnisse der Rauchgasuntersuchungen besprochen werden. Der Gang der Auswertung sei am Beispiel des ersten Versuches kurz erläutert. Zahlentafel 2 stellt die hierfür in Frage kommenden Zahlen zusammen. Sie enthält zunächst die Rauchgasanalyse, die dabei gemessenen Temperaturen und aus der Analyse abgeleitet, die für $1\,m^3$ Gas verbrannten Wasserstoff- und Kohlenstoffgewichte und das Verhältnis beider zueinander. Ferner ergibt sich der Luftverbrauch für $1\,m^3$ Rauchgas. Aus dem Verhältnis der zugeführten Luft berechnet sich die scheinbare Luftüberschußzahl. Auch die erzeugte Wärme für $1\,m^3$ Rauchgas läßt sich für jede Meßstelle aus den Elementargewichten ohne weiteres bestimmen.

Der weitere Gang der Rechnung verlangt zunächst die Ermittlung der Rauchgasmenge für die Meßstelle V, also für das Kesselende. Das hierfür benutzte zeichnerische Verfahren wird am besten an der Hand von Abb. 16 für den Versuch 1 erläutert. In diesem Bild, wo als Abszissen die Rauchgasmengen und als Ordinaten die Wärmemengen aufgetragen sind, stellen sich die für den Brennstoff gefundenen Werte wie Heizwert, Verlust durch die Herdrückstände und nutzbar gemachte Wärme, als Parallele zur Abszissenachse dar. Der Verlust durch die Herdrückstände ist dabei als Abzug vom oberen Heizwert des Brennstoffes nach unten aufgetragen. Die für $1\,m^3$ Rauchgas berechneten Werte ergeben schräg verlaufende Strahlen. Für den Entwurf des Diagramms wird eine Rauchgasmenge von $10\,m^3$ angenommen. Die unter dieser Annahme erzeugte Wärme wird durch den vom Achsenschnittpunkt ansteigenden Strahl begrenzt. Die aus dem Unterschied $a - a'$ berechneten Kohlenstoffverluste werden vom oberen Heizwert in Abzug gebracht. Der schräg nach unten verlaufende Strahl begrenzt sie also je nach der Rauchgasmenge. Der Schnittpunkt beider Strahlen gibt durch seine Abszisse die Rauchgasmenge, durch seine Ordinate die gesamte erzeugte Wärme und durch seinen Abstand bis zum oberen Heizwert den gesamten Kohlenstoffverlust an.

Wir haben damit den kalorischen Wirkungsgrad der Feuerung gefunden und die Bilanz der W ä r m e e r z e u g u n g vor uns. Fügen wir zu der nutzbar gemachten Wärme noch die Verluste durch die Feuchtigkeit der Rauchgase und ferner, begrenzt durch den dritten Strahl in der Bildmitte, den Wärmeinhalt der trockenen Rauchgasmenge, so gibt der Schnittpunkt dieses letzten Strahles mit der Ordinate für die Rauchgasmenge die Bilanz der W ä r m e ü b e r t r a g u n g; denn nutzbar gemachte Wärme, Schornsteinverluste und das Restglied für Leitung und Strahlung ergeben als Summe die erzeugte Wärme. Die Vereinigung beider Bilanzen liefert die Wärmeverteilung für die gesamte Kesselanlage. Das Bild zeigt also anschaulich die Arbeitsweise der Feuerung, das Verhalten der Heizfläche, das wirtschaftliche Gesamtergebnis und die Verteilung der Verluste auf die wirklichen Quellen.

Abb. 18. Wärmebilanzen, Versuch 5.

Abb. 19. Wärmebilanzen, Versuch 6.

Nachdem man die Rauchgasmenge für das Kesselende bestimmt hat, kann man alle weiteren Zahlen berechnen, Zahlentafel 2. Bedeutsam ist dabei der Unterschied zwischen der wirklichen und der scheinbaren Luftüberschußzahl. Für die Meßstellen IV und III ergibt sich angenähert die Rauchgasmenge daraus, daß die gesamte Wärmeerzeugung und die für 1 kg Brennstoff verzehrte Luftmenge mit fortschreitender Verbrennung nicht abnehmen können, also an der Meßstelle V Höchstwerte erreichen müssen. Nimmt man ferner an, daß bei Unterwindrosten mit ganz bedeckt gehaltener Rostfläche die bei IV gemessene Luftmenge gleichmäßig über dem Rost zugeführt wird, so kann man für die Meßstelle I bei 11 vH des Brennweges ungefähr 11 vH und für die Meßstelle II etwa 53 vH dieser Luftmenge voraussetzen. Diese Luftmenge ergibt nach der Rauchgaszusammensetzung auch die Rauchgasmenge unter dem Zündgewölbe für 1 kg Brennstoff und daraus weiter die unter dem Gewölbe erzeugte Wärmemenge.

Mittels dieser Rechnung kann man also die Zunahme der Wärmeerzeugung oder das Wachsen des kalorischen Wirkungsgrades der Feuerung verfolgen. Die Annahme über die Luftverteilung auf der Rostfläche stellt die Verbrennungsverhältni im Zweifelsfall zu günstig dar, kann also keine Unt schätzung der Gewölbezündkraft hervorrufen.

Der hier angedeutete Rechnungsgang gilt für alle and Versuche mit unbedeutenden Abweichungen, siehe Abb. 17 20. Aus diesen Wärmebilanzen für den Zustand am Kesselen geht anschaulich hervor, daß der Wirkungsgrad der Feueru der durch die Kohlenstoffverluste herabgemindert wird, Gesamtwirkungsgrad der Anlage bestimmend beeinflußt, daß sie erst die Ermittlung der Feuerungsverluste Klarheit in das Gesamtbild bringt.

Daß Versuch 6 als einziger an dieser Kesselanlage keine Flugkoksverluste zeigt, hat folgende Ursache: Unter das Zündgewölbe wurde an zwei Stellen quer zur Strömungsrichtung der Feuergase Oberwind eingeblasen, der anscheinend die Flugbahn der Kohlenstoffteilchen so gestört und verlängert hat, daß sie ausgebrannt waren, bevor sie die kühlende Heizfläche erreichten.

Bezieht man die Zunahme der Wärmeerzeugung auf de Brennweg der Gase, Abb. 21 und 22, so macht sich der U schied der Rostbelastung durch größere Streuung der Li bemerkbar. Der Vergleich der Wärmeerzeugung in einz Teilen der Feuerung, Abb. 23 und 24, läßt an den Linien f die Versuche 5 bis 7, wobei am Kesselende ein CO_2-Gehalt v rd. 14 vH eingehalten wurde, deutlich erkennen, daß die V ringerung des Luftüberschusses die Brennzone der Feue wesentlich verkürzt und die Wärmeerzeugung in günstiger W mehr unter das Zündgewölbe verlegt. [B 585] (Schluß folgt)

Abb. 20. Wärmebilanzen, Versuch 7.

Abb. 21. Insgesamte erzeugte Wärme in vH. des Heizwertes.

Abb. 22. Insgesamt erzeugte Wärme.

Abb. 23. Zunahme der Wärmeerzeugung in vH des Heizwertes.

Abb. 24. Zunahme der Wärmeerzeu

Konstruktion und Verwendung der Wasserableiter.

Von A. Gramberg, Frankfurt a. M.

Die am Markt befindlichen Formen der Wasserableiter und ihre Einzelheiten werden besprochen, ferner die Wirksamkeit der Ableiter in Verbindung mit der Regelung des Wärmebedarfs; endlich wird die zweckmäßige Art des Einbaues behandelt.

Der Wasserableiter, in seiner häufigsten Abart als Kondenstopf bezeichnet, fristet in Kraftwerken ein wenig beachtetes Dasein; mehr Beachtung schenkt man ihm da, er Heizflächen zu bedienen hat, in Werken der chemischen l der Nahrungsmittelindustrie, weil dort die Betriebsergeb- se allzu sehr von der guten Wirkung des unscheinbaren parates abhängen.

Die Wasserableiter haben die Aufgabe, an Stellen, wo ssigkeiten und Gase oder Dämpfe aus einem Behälter aus- reten versuchen, die Flüssigkeit herauszulassen, den Dampf r das Gas aber zurückzuhalten; so wird Druckluft von aus- chiedenem Wasser, vor allem aber Wasserdampf von seinem densat getrennt.

Eine einfache Form der Wasserableiter sind die D a m p f- u e r. Sie setzen dem Abfluß des Kondenswassers einen ßen hydraulischen Widerstand entgegen, sei es einfach eine e Öffnung, oder ein System von engen Kanälen, Abb. 1 und 2. ter der Einwirkung des dampfseitigen Überdruckes tritt npf, Luft oder Wasser aus der Öffnung aus, je nachdem cher Stoff von innen zutritt. Da die Dampfstauer unten an- racht werden, so entlassen sie Wasser, solange solches da nachher freilich Dampf oder Luft. Bei passender Bemessung Öffnung kann man darauf rechnen, daß während des größten ls der Zeit Wasser austritt; da anderseits in der Zeiteinheit, gleichem treibenden Überdruck der kleineren Dichte wegen, Gewicht viel weniger Dampf als Wasser durch solche Wider- nde austreten kann, so verschiebt sich das Verhältnis noch ter in dem gewollten Sinn, nämlich, daß im wesentlichen nur sser den Apparat verläßt.

Insofern wäre der Zweck auf einfachste Weise und mit r Einrichtung erzielt, die mangels aller beweglichen Teile die te Gewähr für Betriebsicherheit zu bieten scheint. Die Stö- gen aber, denen diese Apparate unterliegen, sind von zweierlei . Einerseits geben die engen Kanäle zu Verstopfungen An- sobald der Dampf schlammhaltig ist oder wenn die Leitung Lauf der Zeit rostet. Anderseits kann ein fester Querschnitt ten Endes doch nur eine bestimmte Kondensatmenge richtig ihren oder bei wechselndem Dampfdruck eine Menge, die zu Dampfdruck in einer eindeutigen Beziehung steht. Bei hselnder Wärmeleistung des bedienten Dampfverbrauchers d bei jeder vom Normalen abweichenden Leistung entweder sser gestaut und dadurch die Heizfläche verringert — dies rdies gerade dann, wenn sie eine erhöhte Leistung abgeben —; oder es treten Dampfverluste ein, die zwar wegen des ßen Widerstandes an sich nicht groß sind, aber empfindlich den können, weil sie grade in Zeiten schwacher Wärme- ahme auftreten. Die Dampfstauer können daher nur dann iedigend arbeiten, wenn reiner Dampf in dauernd gleicher ge niedergeschlagen wird.

Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, so muß man den en Durchgang veränderlich machen, ihn steuern, um ihn dem hselnden Anfall von Kondensat und dem wechselnden Druck upassen und die anfallende Kondensatmenge stets sauber ab- ühren. Die Aufgabe, die alle g e s t e u e r t e n W a s s e r a b l e i t e r lösen wollen, ist also, die Wassermenge abzuführen, wie sie anfällt, nicht aber eine, abgesehen vom Einfluß von Druckänderungen, unveränderliche Wassermenge abzuleiten.

Diese Aufgabe kann man verschieden lösen, man kommt so auf verschiedene Formen der Wasserableitung; es gibt daher

a) nicht selbsttätige,
b) selbsttätige,

oder

1. gleichmäßig,
2. unterbrochen

wirkende Wasserableiter. Die Steuerung kann dabei ausgelöst werden

α) durch das spezifische Gewicht,
β) durch die Temperatur.

Man kann die Aufgabe sehr vollkommen lösen, indem man ein Absperrventil für Handbedienung hinter die Heizfläche setzt; man verzichtet also dann auf die selbstätige Wirksamkeit der Wasserableiter und schaltet damit eine Quelle des Ärgers und des Versagens aus, die auch anderwärts durch die mangelhafte Wirksamkeit selbsttätiger Regelungen gegeben ist. Man gestaltet das Absperrventil zweckmäßig als N a d e l v e n t i l, damit die Handregelung feinfühlig wird: dann sind zahlreiche volle Drehungen nötig, um das Ventil auf- oder zuzumachen, und man kann Zwischenlagen gut einstellen. Für einzelne Apparate mit großem Kondensatanfall ist die Handregelung statt der selbsttätigen wohl in Betracht zu ziehen, zumal wenn ohnehin Aufsicht nötig ist.

Als gleichmäßig wirkend kann man das Nadelventil nur mit Vorbehalt bezeichnen; selten kann man seine Stellung so treffen, daß das Kondensat gerade voll abläuft. Man stellt vielmehr im praktischen Betrieb den Querschnitt kleiner ein und öffnet das Ventil ab und zu, um das angestaute Kondensat abzulassen, bis Dampf herauskommt. Das tut man auch, um die Luft abzulassen, die sich aus dem Dampf abscheidet und im Heizkörper anzureichern pflegt und den Wärmeübergang hindert.

Doch rechnet man das Nadelventil nicht eigentlich den Kondenswasserableitern zu, sondern man versteht darunter die selbsttätigen Apparate. Der Schwerkraft verdanken ihre Wirk-

Abb. 4. Doppelventil von Abb. 3.

Der Schwimmer öffnet zunächst das mit ihm fest verbundene Hilfsventil; der durch dessen kleine Öffnung tretende Dampf entlastet das größere Hauptventll, das hierdurch sowie durch den Stoß, den ihm das sinkende Hilfsventil erteilt, geöffnet werden kann. Das Rückschlagventil verhütet, daß beim Abstellen im Heizkörper entstehende Luftleere zumal aus der anschließenden Druckleitung Kondensat zurücksaugt.

Abb. 1. Gestra-Prallplatten-Kondenstopf.

Abb. 2. Kreuzstrom-Kondenswasserableiter.

Abb. 3. Stoßtopf von Klein, Schanzlin & Becker.

samkeit die bekannten Kondenstöpfe mit offenem Schwimmer, die stoßweise arbeiten und deshalb auch wohl Stoßtöpfe heißen, Abb. 3 und 4. Auslaß oben oder unten und Beeinflussung des einfach oder mit Hilfsventil ausgestalteten Ventils unmittelbar oder durch Hebelwirkung kennzeichnen die Hauptunterschiede; wichtige Merkmale sind außerdem die Zugänglichkeit des Topfinnern zwecks Besichtigung und Reinigung, was ohne Entfernung der Zu- und Ableitung möglich sein soll, die Art der Entlüftung und die Art der Umführung des Wassers für den Fall, daß der Topf versagt oder zu viel Wasser zufließt.

Auch die Wasserableiter mit geschlossenem Schwimmer, die gleichmäßig arbeiten, benutzen als wirksames Mittel die Schwerkraft, das heißt den Gewichtunterschied zwischen Wasser einerseits, Dampf oder Luft anderseits. Ihre zahlreichen Formen, Abb. 5, sind durch ähnliche Unterschiede wie die mit offenem Schwimmer gekennzeichnet; dazu trat neuerdings noch ein von Klein, Schanzlin & Becker ausgeführter Ableiter, Abb. 6; dieser hat statt des Ventils einen Schieber als Abschlußorgan, der ebenso wie der Spiegel aus rostsicherem V 2 A-Metall hergestellt wird.

Um zu einer kritischen Würdigung zu gelangen, seien die Einzelteile betrachtet, aus denen sich die verschiedenen Ableiter zusammensetzen.

Die Leistung jedes Ableiters begrenzt der Ausstoß bei dauernd voll geöffnetem Abschlußorgan. Um kleineren Ausstoß zu erzielen, verkleinert man bei gleichmäßig arbeitendem Ableiter den Regelquerschnitt, während man beim stoßweise arbeitenden Ableiter nur einen Bruchteil der Zeit ausnutzt, dann aber voll abstößt. Durch die letztere Wirkungsweise wird das Drosselorgan, sei es Ventil oder Schieber, geschont, weil der mit hoher Geschwindigkeit austretende, auch wohl mit Schmutz durchsetzte Strahl nur entsprechend kürzere Zeit an den Steuerkanten schleift.

Der offene Schwimmer, der sich abwechselnd füllt und entleert und dadurch die Stoßwirkung steuert, darf ohne wesentlichen Schaden mäßig undicht sein. Die Stöße folgen dann etwas langsamer aufeinander, die Wirkung des Topfes versagt aber erst, wenn die Undichtheit die ganze anfallende Fördermenge durchläßt; das kann bei sehr kleinem Kondensatanfall oder aber bei großer Undichtheit eintreten. Erst wenn die Öffnung größer ist, als diesem Grenzfall entspricht, bläst sich der Topf von Wasser leer und läßt nun Dampf durch. Der geschlossene Schwimmer ist gegen Undichtheiten viel empfindlicher. Er soll dauernd auf dem Wasser schwimmen; da er sich aber auch durch die kleinste Öffnung hindurch allmählich mit Wasser anfüllt, so macht ihn schon die kleinste Öffnung unterhalb der Wasserebene unbrauchbar. Er sollte deshalb unbedingt aus Kupfer gefertigt werden, obwohl auch das die Entstehung feiner Löcher nicht sicher verhindert. Der offene Schwimmer kann aus Eisen bestehen.

Auch sonst wird der offene Schwimmer vom Betriebsmann gern bevorzugt, weil die durch ihn veranlaßte unterbrochene Arbeitsweise, das Abstoßen, durch das Ohr erkennen läßt, ob der Topf richtig arbeitet; auch glaubt man, daß die regelmäßige Bewegung der beweglichen Teile eine Gewähr gegen das Hängenbleiben gibt, dem der stetig arbeitende Topf mit geschlossenem Schwimmer mehr unterworfen ist, weil er bei gleichmäßigem Wasserzufluß gar keine Bewegungen ausführt.

Anderseits soll der Topf mit geschlossenem Schwimmer f Heißdampf besser sein und der mit offenem dafür nicht taug Wenn nämlich der Topf durch Zufall leergeblasen ist, so schlie der geschlossene Schwimmer den Ausgang ab, und es samm sich auch bei Heißdampf wieder Wasser an; der offene Schwimm aber gibt dann den Dampfausgang frei, und wenn nun He dampf durchbläßt, steigt die Temperatur zu hoch, um Kond sation zu ergeben, ja vorhandene Feuchtigkeitreste werden dur die Überhitzungswärme zum Verdunsten gebracht. Wenn au diese Überlegung richtig ist, so kommt es doch kaum vor, d gerade der Stoßtopf mit offenem Schwimmer leergeblasen wi er dürfte daher im allgemeinen auch mit Heißdampf so gut o so schlecht wie mit Sattdampf arbeiten. Übrigens kommt Rücksichtnahme nur da in Frage, wo eine Dampfleitung zu e wässern ist, während hinter Heizschlangen oder Kochappara natürlich jede Überhitzung verschwunden ist.

Als Absperrorgane sind Ventile die Regel, neuerdi ist der Flachschieber in Anwendung gekommen. Ihm wird Vorteil nachgerühmt, daß die Schieberkante Verunreinigung vor sich herschiebt oder auch abschert, auf die das Ventil a schlägt, die sich dadurch in den Sitz einhämmern und ihn mählich unbrauchbar machen. Ferner sind die mit Ventil arb tenden Kondenstöpfe regelmäßig nur für einen beschränkt Druckbereich verwendbar. Das Ventil muß von seinem Sitz, den es der Dampfdruck preßt, durch die Schwimmerwirkung e gegen dem Dampfdruck abgehoben werden. Dazu muß das Üb gewicht des gefüllten Schwimmers größer sein als die von Ven querschnitt und Dampfdruck abhängige Schließkraft des Dampf.

Hieraus ergibt sich rechnungs- oder versuchsmäßig höchster Dampfdruck, bis zu dem der gefüllte Schwimmer Ventil noch abheben kann. Unterhalb dieser Grenze öffnet Schwimmer zwar bei jedem Dampfdruck, aber die Durchlaßfäh keit des Kondenstopfes, das ist die Kondensatmenge, welche Kondenstopf bei dauernd geöffnetem Ventil durchläßt, nimmt abnehmendem Dampfdruck schnell ab. Daher ist der Konde topf nur nahe seinem Höchstdruck befriedigend leistungsfäh bei kleinerem Druck ersetzt man ihn besser durch einen solch mit weiterer Ventilöffnung, der aber bei höherem Druck ni öffnen kann. Aus diesen Verhältnissen ergibt es sich, daß zweckmäßig ist, je nach dem Betriebsdruck der Anlage v schiedene Töpfe oder doch wenigstens verschiedene Abflußfu (aus Ventil und Sitz bestehend, Abb. 4) zu verwenden.

Der Schieber dagegen, bei dem der Dampfdruck nur Reibung auf dem Schieberspiegel etwas beeinflußt, ist in sei Wirksamkeit vom Dampfdruck praktisch unabhängig; man ka die Öffnungen reichlich wählen und macht dadurch großen A stoß möglich, ohne die Wirksamkeit des Topfes bei vorüb gehender Drucksteigerung zu gefährden. Werden diese Töpfe Druckangabe geliefert, so betrifft diese die Widerstandsfähigk des Topfgehäuses, das bei hohem Betriebsdruck aus Stahlg sonst aber aus Gußeisen besteht.

Die allgemeine Verwendung der Schiebertöpfe hindert lei noch der gegenüber andern guten Kondenstöpfen etwas höh Preis; die Betriebschwierigkeiten werden dabei, wie ich aus fahrung mit vielen Töpfen berichten kann, freilich so verminde daß man dieser Neuerung ernste Beachtung schenken sollte; zu diesem guten Ergebnis trägt die Wahl des

Abb. 5. Wasserableiter mit geschlossenem Schwimmer von Manckenberg, Stettin.

Abb. 6. Kondenstopf mit Schieberabschluß.

Abb. 7. Schematische Darstellung de Verhaltens einer Heizfläche.

...bers als Abschlußorgan ebenso wie die Wahl eines nicht-...den Stahls für Schieber und Spiegel bei.

Die Wasserableiter sind oft mit einem Umführ-...il oder mit einem Belüftventil ausgerüstet. Beide ...n zum Abführen der Luft, das Umführventil auch zum Ab-...n von übermäßigem Wasserzufluß; Luft wird zunächst beim ...sen aus dem Heizkörper oder der Rohrleitung durch den ...f verdrängt. Weiterhin enthält der Dampf regelmäßig Luft ...Kohlensäure; die Luft rührt von der Löslichkeit der Luftbe-...eile im Speisewasser her; die Kohlensäure ist ein Zersetzungs-...kt der als Überschuß der Kalksodareinigung in den Kessel ...genden Soda, die bei der Temperatur im Kessel in Ätznatron ...Kohlensäure zerfällt; das Ätznatron wird im Kessel konzen-... es veranlaßt die zunehmende Alkalität des Kesselinhalts ...wird entweder durch Abschlämmen beseitigt oder, beim Rück-...erfahren, zur Reinigung weiterer Wassermengen nutzbar ge-...; die Kohlensäure geht mit dem Dampf in die Rohrleitungen, ...inen und Heizkörper und reichert sich dort an, wenn der ...f durch Niederschlagen verschwindet. Da die Wasser-...er einen Wasserabschluß bilden, so kann die Luft durch sie ...rch nicht abgeführt werden; die Abführung muß auf eine ...gegebenen Arten erfolgen.

Das Umführventil erschwert die Überwachung auf Dampf-...te und macht sie sogar unmöglich, sobald sich eine längere ...g an den Kondenstopf schließt; deshalb empfiehlt es sich ent-... den Vorschriften der Firmendruckschriften, die Umführung ...s am Kondenstopf selbst, sei es als besondere Umführleitung) ...lassen, aber ein ausreichend großes Entlüftventil am Kon-...pf oder kurz vor ihm an der Kondensableitung anzubringen. ...die Abführung der beim Anstellen einer kalten Leitung an-...en großen Kondensatmenge wird, wenn man nicht lieber ...bleiter ausreichend groß wählt, besser dem Entlüftventil als ...Umführung übertragen, bei der die Gefahr besteht, daß sie ...m normalen Betrieb offen bleibt.

Die Wirksamkeit des Wasserableiters muß ...usammen mit dem Verhalten des Heizkörpers betrachten, für ... arbeitet. Zu welchem Zweck man an das Ende einer Heiz-... einen Kondenstopf setzt und was er dort leistet, erkennt ...wenn man statt eines Kondenstopfes ein mit der Hand be-...s Stauventil gesetzt denkt, das man stufenweise weiter ... indem man auf jeder Stufe den Beharrungszustand ab-... In dem Beispiel der Abb. 7 sei Dampf von 5 at abs. ent-...end 151° Sättigungstemperatur das Heizmittel für irgend ...Kochprozeß. Von der Weite, auf die das Ventil geöffnet ...ngt die Heizwirkung, der Wärmeumsatz ab, der bei ganz be-...enem Abgang null sein muß, weil sich der Heizkörper ganz ...ondensat füllt. Den Betriebszustand kennzeichnet die Tem-... des abfließenden Kondensats, die in dem Maß, wie man ...em Durchschlagen des Dampfes durch den Heizkörper ... immer mehr an die Sättigungstemperatur des Dampfes, im ...l also an 150°, herankommt. Die Abflußtemperatur des ...sates ist in Abb. 7 abhängig vom Wärmeumsatz aufgetragen. ...gleichen Abhängigkeit wäre die Dampfaufnahme eine grade ...die bei entsprechend gewähltem Maßstab unter 45° an-...wenn alle Wärme ausgenutzt wird. Die Dampfaufnahme ...ber mit dem Wärmeumsatz etwas schneller als proportional ...fernt sich daher von der geraden Linie $\eta = 1$, weil die stei-...Temperatur des ablaufenden Kondensats immer größere ...verluste bedingt, die bei 150° mit einer Flüssigkeitswärme ...2 kcal/kg immerhin 23 vH der zugeführten Wärme von ...al/kg betragen.

...dem Maß, wie man das Stauventil weiter öffnet, verlegt ...e Grenze zwischen Dampf und Wasser gegen den Ablauf ...chließlich erreicht der Dampf das Ende der Heizfläche und ...sie ganz; das Stauventil hat dann jene Stellung, wobei ...at treibendem Druck grade die auf der ganzen Heizfläche ...eschlagene Kondensatmenge durch die freie Öffnung abge-...erden kann. Dieser Zustand stellt die Höchstleistung des ...pers dar. Öffnet man das Stauventil weiter, so schlägt der ...durch. Ob sich hiermit noch eine Steigerung der Heiz-...verbindet, kann zweifelhaft sein; im allgemeinen schreibt ...hon dem kondensierenden Dampf eine so starke innere ...eitung zu, daß durch die Erhöhung der Geschwindigkeit ...Verbesserung des Wärmeübergangs wie bei Gasen zu er-... ist. Wenn trotzdem die Heizflächenleistung merklich steigt, ...as auf schnelleres Fortblasen des auf den Teilen der Heiz-...gebildeten Kondensats und darauf zurückzuführen, daß ...d Gase, die festgehalten werden, solange ein Wasser-...ß vorhanden ist, sicher aus dem Heizkörper entfernt ...sobald der Dampf durchbläst. Mit dem Durchblasen ist ...der Tat eine gewisse Vergrößerung der Heizflächen-leistung verbunden, die aber bald ins Gegenteil umschlägt, weil durch die vermehrte Strömung des Dampfes im Heizkörper — vielleicht schon in der Zuleitung — ein Druckabfall entsteht, der den mittleren Druck des Dampfes und daher seine mittlere Temperatur herabsetzt; ist letzten Endes das Nadelventil ganz offen und auch genügend weit, so muß der Druck am Ende der Heizfläche auf 1 at und die Temperatur daselbst auf 100° zurückgehen, womit trotz stark zunehmender Dampfaufnahme die Heizflächenleistung sinkt. Vom Beginn des Durchschlagens an arbeitet der Heizkörper unwirtschaftlich, bei starkem Durchschlagen nicht einmal intensiv. Diese ganzen Verhältnisse werden durch Abb. 7 dargestellt, allerdings insofern nur schematisch, als der Verlauf der Kurven stark davon abhängt, wie der Dampfdruck sinkt, also von dem Widerstand, den der Heizkörper infolge seiner Gestalt dem Dampfstrom bietet. Die Grenzfälle sind: ein Doppelmantelgefäß fast ohne Widerstand und eine lange enge Schlange mit hohem Widerstand.

Die Wirkung des Kondenstopfes besteht nun darin, daß er den Zustand der Heizfläche auf dem der Höchstleistung hält, wo der Dampf eben durchschlagen will. Er stellt also bei bestimmtem Dampfdruck die größtmögliche Heizflächenleistung ein, verhindert aber das unwirtschaftliche Durchschlagen.

Eine Minderung der Heizflächenleistung tritt ein, wenn man das Einlaßventil bedient, wodurch der Druck beim Eintritt in den Heizkörper und daher die Dampftemperatur im Innern des Heizkörpers sinkt. Da aber die Dampftemperatur nur bis zu 100 °C abnehmen kann, so kann die höchste Heizflächenleistung theoretisch nur dann bis auf null abnehmen, wenn die auf der andern Seite der Heizfläche erwärmte Flüssigkeit mindestens 100 °C hat; hat sie dagegen 50 °C, so ist die Minderung des wirksamen Temperaturunterschiedes nur von $150 - 50 = 100$ °C bis auf $100 - 50 = 50$ °C, also nur bis auf halbe Höchstleistung möglich.

Diese Regelfrage wird hier angeschnitten, weil sie wenig beachtet wird, und weil aus ihrer Nichtbeachtung Übel folgen können, die man dann zu Unrecht dem Kondenstopf in die Schuhe schiebt, während sie in der gewählten Regelart begründet ist; in vielen Fällen ist nämlich das Anstauen des Wassers durch Regeln des Abflusses wirksamer als das Regeln des Dampfzutritts. Was dann geschieht, wenn man im erwähnten Fall (Erwärmung einer Flüssigkeit auf 50 °C durch Dampf von 5 at) weniger als die Hälfte Dampf einläßt, ist thermisch unbestimmt; meist wird die Ansammlung von Gasen in der unteren Hälfte des Heizkörperinnern eine Rolle spielen.

Von großem Einfluß auf die Wirksamkeit des Kondenstopfes ist ferner die Ableitung des Kondensats außerhalb des Kondenstopfes. Wenn der Kondenstopf unter einem Dampfdruck von 5 at steht, so hat das zufließende Kondensat 151 °C. Wird es ohne Wärmeverlust mit dieser Temperatur ins Freie geblasen, so tritt Nachverdampfung ein: ein Teil des heißen Wassers verdampft, so daß Dampf und Wasser von 100°, beide also im Grenzzustand entstehen. Aus den Wärmeinhalten folgt, daß rd. 1/10 des Wassers verdampft, wobei das Volumen auf mehr als das 160fache steigt. Wenn man nun auch für Dampf 10- bis 20mal so große Geschwindigkeiten zuzulassen pflegt wie für Wasser, so braucht man doch immer noch einen vielfach größeren Querschnitt zur Abführung des Kondensats als zur Zuführung des Kondensats nötig ist. Daß man also die Kondenstöpfe üblicherweise beiderseits mit gleicher Anschlußweite ausstattet, ist nicht gerechtfertigt. Der Strömungsquerschnitt sollte schon im Innern des Topfes vom Steuerorgan an so stark erweitert sein, daß für dieses Steuerorgan, in dessen Bemessung man beschränkt ist, der volle Druckunterschied zwischen Betriebsdruck und Außendruck zur Verfügung steht. Einen genügenden, der nachgedampften Menge Rechnung tragenden Querschnitt sollten deshalb auch die Leitungen haben, die das Kondensat etwa noch hinter dem Kondenstopf auf längere Strecken wagerecht fortleiten sollen. Selbst wo man das Kondensat senkrecht hinaufleitet, liegen die Verhältnisse grundsätzlich ebenso; denn das Hinaufdrücken auf 5 und selbst 10 m Höhe spielt bei einem Überdruck von 5 at keine ausschlaggebende Rolle.

Allgemein ist die Aufstellung des Kondenstopfes im Verhältnis zur Heizfläche nach Entfernung und Höhenlage sowie die Führung der Rohrleitungen vor und hinter dem Kondenstopf durchaus nicht gleichgültig. Nur läßt sich die Frage der besten Aufstellung kaum allgemein beantworten, und nur zu oft stellt uns eine scheinbar klar zu übersehende Anordnung vor erstaunliche Rätsel. Das ist z. B. dann oft der Fall, wenn man eine große Heizfläche statt mit einem entsprechend großen mit zwei kleineren Kondenstöpfen versehen will. Hier scheint die Schwierigkeit, das anfallende Kondensat gleichmäßig auf beide Kondenstöpfe zu verteilen, kaum überwindbar zu sein.

Abb. 8.
Wasserableiter mit Ausdehnungskörper.

Abb. 9.
Rückspeiser von Schneider & Hehnecke.

Anderseits muß es auch zu Schwierigkeiten führen, wenn man mehrere parallel liegende Heizkörper durch einen gemeinsamen Kondenstopf entwässern will, weil die einzelnen Parallelstränge schwerlich gleichzeitig an ihre Höchstleistung herankommen; dann schlägt einer derselben zuerst bis zum Kondenstopf durch, und der Dampf hindert den Austritt der Luft aus den andern — Störungen, die um so merklicher werden, je niedriger der Betriebsdruck ist, und die daher in der Heiztechnik wohlbekannt sind. Hier gilt der Satz, daß Probieren über Studieren geht, und das Probieren lohnt sich.

Der Vollständigkeit halber seien noch die Ableiter erwähnt, deren Wirksamkeit auf der Temperatur beruht. Am bekanntesten darunter sind die Halbmonde; hier wird das Ventil durch ein gebogenes Bourdon-Rohr betätigt, worin unter der Wirkung der Temperatur Druck entsteht: der Siededruck einer leicht flüchtigen Flüssigkeit oder der Ausdehnungsdruck von Quecksilber. In der Heiztechnik haben sich diese Apparate, Abb. 8, auch für Hochdruckdampf als nützlich erwiesen. Ebenso gehört die Wasserschleife, die nur für kleine Drüc eignet, dafür aber besonders betriebsiche einfach ist, hauptsächlich der Heiztechn Die Halbmonde lassen Wasser und Luft und halten nur Dampf zurück, die W schleife, die wieder auf der Wirkun Schwerkraft beruht, läßt, wie der Konde nur Wasser durch.

Aus dem Gebiet der einfachen Wasse ter fallen der Kondenswasser-Rüc ter von Michaelis, Abb. 9, und einig liche Apparate heraus, deren Aufgabe das Kondensat nicht nur ins Freie, s gleich wieder in den Kessel zu drücken Rückleiter wird zu diesem Zweck ge hoch über dem Wasserspiegel des Kesse gestellt. Zwei Rückschlagventile unten a häuse lassen das Wasser, ebenso wie be Pumpe, nur in einer Richtung durchgehe treibende Kraft für die Förderung vom mit niedrigem in den mit höherem Druc dadurch gewonnen, daß der Innenrau wechselnd mit der Außenluft und m Kessel in Verbindung gebracht wird, zwei kleine Ventile am Kopf des Ge dienen; diese werden von einem geschlo Schwimmer wechselweise betätigt, sobald oben oder unten an einen Anschlag stö Wirkung des Schwimmers wird durch das Rollen einer K der vom Schwimmer bewegten Rinne zu einem Schlage ve

Derselbe Apparat läßt sich auch verwenden, um Kon aus Unterdruckräumen ins Freie zu drücken; der Innenrau dann abwechselnd mit dem Unterdruck und mit Dampfdru aufschlagt. Sind die Ventile nicht dicht, so wird der Mic Topf bei solcher Benutzung leicht zu einem Dampffresser. möglich, sollte man ihn lieber nur abwechselnd mit Unt und mit Außendruck beaufschlagen, wobei man freilich Höhenunterschiede überwinden kann. [B

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Be Abteilung Sortiment, bezogen werden.

Die Dampfkessel nebst ihren Zubehörteilen und Hilfseinrichtungen. Von R. Spalckhaver, Fr. Schneiders und A. Rüster. 2. Aufl. Berlin 1924, Julius Springer. 481 Seiten mit 810 Abb. Preis Gm. 40,50.

In Z. Bd. 47 (1903) S. 1670 schrieb Unterzeichneter: „Bei der Betrachtung der Dampfkraftanlagen erscheint sogleich die Vernachlässigung des Kesselbetriebes auffallend; während die geringste Überschreitung des Dampfverbrauches bei Dampfmaschinen mit hohen Geldbußen belegt wird, schenkt man dem nicht minderwichtigen Kesselwirkungsgrad nur geringe Aufmerksamkeit. Wirkungsgrade von 85 vH und mehr sind zwar erreicht worden, aber eine große Anzahl von Kesseln arbeitet mit einer Ausnutzung von 50 vH und weniger."

In Z. Bd. 68 (1924) S. 566 findet sich folgende Äußerung von Dr. Rummel: „Unsere Dampfturbinen stehen auf oberster Stufe. Beim Abnahmeversuche prüfen wir mit feinsten Mitteln die scharfen Garantien der Vollast, Dreiviertel- und Halblast auf Dezimalen des Dampfverbrauches: daneben aber steht im Betriebe der Dampfkessel, aufgebaut auf Faustregeln, ein bäuerischer Geselle, das Erzeugnis einer Empirie, die weit ab liegt von der wissenschaftlichen Feinheit unserer hochentwickelten Thermodynamik, nach rohen „Normen" — man denke an den Begriff des Restverlustes — auf seine Leistung geprüft; wie viele Betriebsingenieure haben die Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Belastung eines Dampfkessels untersucht oder auch nur eine Garantie des Wirkungsgrades bei verschiedenen Belastungen verlangt?"

Zwischen beiden Feststellungen liegt ein mehr als 20 Jahre währender Zeitraum technischen Fortschrittes, von dem der Betrieb des Dampfkessels, dieses wichtigsten Elementes unserer Wärmewirtschaft, am wenigsten berührt wurde. Mit Recht fordert Dr. Döhne in Z. Bd. 68 (1924) S. 310 nachdrücklich erhöhte Berücksichtigung des Dampfkesselwesens an den technischen Hochschulen, um schon im technischen Nachwuchs erhöhtes Verständnis für die Bedeutung dieses von der wissenschaftlichen Forschung vernachlässigten Gebietes zu wecken.

Der Aufklärungsarbeit, die hier noch zu leisten ist, kann das vorliegende Werk bei entsprechender Ausgestaltung erhebliche Dienste leisten. Gegenüber der ersten von Bütow in Z. Bd. 56 (1912) S. 686 besprochenen Auflage ist zunächst hervorzuheben, daß an Stelle des verstorbenen Mitherausgebers der 1. Auflage, Ingenieur Fr. Schneiders, verschiedene Mitarbeiter getreten sind, von denen Rüster, München, Loschge, München, Otte, Essen, Uhde, Hamburg, und Meyjes, Berlin, genannt seien. Umgearbeitet sind (von Loschge) die wärmetheor Grundlagen sowie die Abschnitte Herstellung, Betrieb und Re Kesselanlagen.

Das Werk, dessen Bedeutung schon aus den vorgenannten der Mitarbeiter zu folgern sein dürfte, nimmt infolge seines richtigen Aufbaues, der übersichtlichen Anordnung, den klar sachlichen Ausführungen in der Dampfkessel-Literatur eine ragende Stelle ein; durch das Einbeziehen der Herstellung, Kal und des Betriebes ist das Buch ein ausgezeichneter und be Ratgeber für alle am Entwurf, Bau und Betrieb der Dampfke teiligten Ingenieure geworden. Von besonderem Wert sind die lich ausgeführten Abbildungen, die dem praktischen Ingenie essante Vergleichunterlagen, dem Studierenden Vorbilder für d wurf geben. Wenngleich es die ausführlichen Literaturangaben liegenden Buch jedem Leser ermöglichen, sich über fast a kommenden Fragen zu unterrichten, so wäre doch nach versc Richtungen hin eine Vervollständigung des Inhaltes zu empfe dem Abschnitt „Wirkungsgrad von Kesselanlagen" des sonst g gezeichneten Kapitels „Wärmeübertragung im Dampfkessel" die Bedeutung des Belastungs- und Ausnutzungsfaktors nicht lich hingewiesen. Entgasung des Speisewassers und Speisewas tung durch Verdampfung sind trotz ihrer Bedeutung für Dampf anlagen in nur einer Spalte dargestellt, nicht einmal den Raum nimmt die Besprechung der Rostungen im Kapitel schäden" ein, das diejenigen durch elektrolytische Vorgänge ü nicht berücksichtigt. Die Berechnung der Zugquerschnitte ist wähnt, obgleich die Angaben im Kapitel „Wärmeübertragung Ersatz der alten Faustformeln durch eine auf wissenschaftliche lagen beruhende Rechnung möglich gemacht hätten. [E 688]

H. I

Wärme und Wärmewirtschaft der Kraft- und Feuerungs-Anlage Industrie mit besonderer Berücksichtigung der Eisen-, Pap chemischen Industrie. Von Prof. W. Tafel. Berlin 1924, R bourg. 363 S. m. Abb. Preis Gm. 9,50, geb. Gm. 11.

Über Wärmeleitung und andere ausgleichende Vorgänge. Von Warburg. Berlin 1924, Julius Springer. 106 S. m. Abb Gm. 5,70.

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

Nr. 40 SONNABEND, 4. OKTOBER 1924 BD. 68

INHALT:

Betrachtungen über den Flugzeugbau.

Von Direktor Dr.-Ing. O. Mader, Dessau.

Vorgetragen in der 63. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Hannover 1924.

Nach Darlegung der im Flugzeugbau maßgebenden Faktoren wird gezeigt, wie man die besondern Aufgaben des Flugzeugbaues gelöst hat. Es wird das Flugzeug in technischer Hinsicht mit anderen Verkehrsmitteln verglichen und ein Ausblick in die Zukunft gegeben.

Wenn wir hoch in der Luft der Technik jüngstes Kind, das Flugzeug, seine Kreise ziehen sehen, so fühlen wir wohl jeder noch etwas von der alten Ikarussehnsucht in …wachen. Ein Zauber der Romantik umwob die Kriegstaten …r Flieger, staunend folgt heute unser Blick dem Flugzeug, …iedlichen Verkehrszwecken dient. Doch die Technik kennt …n Romantik. Der Ingenieur muß rechnen, Schritt für Schritt …mpfe mit unerbittlichen …n um den Erfolg ringen, …wenn auch die Entwick… …es Flugzeuges so schnell …ch gegangen ist, daß wir …ie mit erleben konnten, …r doch auch hier harte … nötig, harte Arbeit in …n und Wägen, in Er…n und Wagen, um gegen…der Vielgestalt von An…ungen und Einflüssen …Flugzeug zu dem zu …n, was es heute ist und …ner höherem Maße wer… wird: ein nützliches …zeug in des Menschen …r.

…es technische Werk ist …ompromiß, s. Abb. 1. …Hauptfaktoren bedingen in unserem Falle ver…die Ausgleichlösung, die das Flugzeug ver…t: Zum ersten das Element, in dem es sich …en soll, die Luft, zum andern sein Aufbau, …allgemein, vom Gefügeaufbau der Baustoffe …das Konstruktionselement bis zum Gesamt… des Flugzeugs, drittens seine Kraftquelle, …Maschinenanlage, und endlich der, dem es … soll, der Mensch. Die Lehre von der Strö… der Luft, die Aerodynamik, worin uns vor … die Wissenschaft und an erster Stelle die …che Wissenschaft, die Wege gewiesen hat, … die Form des Flugzeugs. Den auftretenden Kräften muß …ufbau des Flugzeugs Rechnung tragen. Wir haben den …ff zu wählen, ihn entsprechend zu formen und dabei den …ungen des Leichtbaues zu entsprechen. Dann müssen wir … Flugzeug Leben geben. Erst die Entwicklung der Motoren…, des Leichtmotors, hat dem Menschen ermöglicht, sich …ogel gleich in die Lüfte zu erheben. Der Mensch selbst …seine Physis und Psyche verlangt im Flugzeugbau eine ganz besondere Berücksichtigung. Diese Anforderung tritt in dem Maße in keinem anderen Gebiete des Maschinenbaues in Erscheinung und ist infolgedessen uns Ingenieuren im allgemeinen fremd. Eine Verbindung der Physiologie und Psychologie mit dem Maschinenbau könnte das Höchste in der Entwicklung des Flugzeuges erreichen.

Das Flugzeug für Kampf und Verkehr.

Im Hinblick auf alle diese Faktoren haben wir Ingenieure ein geeignetes Kompromiß zu finden. Wir haben aber auch noch Rücksicht zu nehmen auf die Wirtschaftlichkeit des Flugzeuges und ferner, worunter wir gerade in der letzten Zeit noch leiden, auf Gesetze, die uns fremde Völker durch den Friedensvertrag oder unsre eigene Regierung auferlegt haben. Auch da sollte man nicht zu rasch vorgehen; denn wenn alles in der Entwicklung ist, kann man durch Gesetze und Normen zusammenfassen, man kann aber auch fesseln und die Entwicklung hemmen.

Wohin wird die Entwicklung nun gehen? Die untere Grenze ist durch den Menschen gegeben, nach oben hin gibt es keine Grenze. Kennzeichnend für die Phase der Entwicklung, in der wir augenblicklich stehen, ist der Wettkampf zwischen Holz- und Metallbauart. Die kleinen Flugzeuge werden vielleicht dem Holz verbleiben, dagegen wird für größere Ausführungen dem Metallbau die Zukunft gehören. Hier geben die neuen, ganz leichten Metalle der Entwicklung ungeahnte Möglichkeiten.

Das Bodenfahrzeug begann seine Entwicklung durch das Rad, das Flugzeug begann sie mit dem Flügel, dessen Vorbild uns die Natur zeigte. Heute besteht ein Flugzeug schon aus gewissen Normalteilen: den Auftrieb erzeugenden Flügeln (Tragwerk), den zur Führung in der Luft dienenden Steuerorganen (Leitwerk), der Maschinenanlage (Triebwerk) und dem Fahr- und Landegestell (Fahrwerk). Hierzu kommt in den meisten Fällen noch der Rumpf, der zur Unterbringung der Nutzlast und zugleich als Hebelarm für das Leitwerk dient.

Beim Bau eines Flugzeuges müssen wir uns vor allem über die Leistungsbilanz Rechenschaft geben. Hierzu müssen die Einflüsse der einzelnen Teile studiert werden. Setzen wir das Modell eines Flugzeuges im Windkanal einem künstlichen Wind aus, Abb. 2, so finden wir, daß bei einem gewissen Widerstand, den die Strömung hervorruft, der Flügel einen Auftrieb erzeugt, der ein Vielfaches des Widerstandes beträgt. Dieser Auftrieb ändert sich, je nachdem wir den Anstellwinkel des Flügels ändern. Die sogenannte Polare, Abb. 2 rechts, ist im Flugzeugbau die Grundlage für alle unsere Berechnungen. Sie zeigt in einem natürlichen Verhältnis als Ordinate die Auftriebskraft, als Abszisse den Widerstand, alles in sogenannten dimensionslosen Beiwerten, die von Geschwindigkeit und Flügelgröße unabhängig sind. Der Auftrieb steigt unter allmählicher Zunahme des Widerstandes bis zu einem gewissen Anstellwinkel und fällt dann plötzlich ab. Die zugehörigen Anstellwinkel α sind an der Kurve selbst eingetragen.

Abb. 1. Das Flugzeug — ein Kompromiß.

Nun handelt es sich darum, den Einfluß der einzelnen Flugzeugteile auf die Polare festzustellen. Den Hauptanteil liefert naturgemäß der Flügel. Hier hat die deutsche Wissenschaft, insbesondere Professor Prandtl, in mathematischer Form der Technik die Mittel in die Hand gegeben, günstige Tragflügel zu bauen. Der Widerstand eines solchen zerfällt nach Prandtl in zwei Hauptbestandteile: den sogenannten induzierten und den Profilwiderstand. Jener steigt proportional mit dem Anstellwinkel und entsteht dadurch, daß die Luft an den Flügelenden ausweicht. Er ist demnach durch den Flügelumriß bedingt und sinkt mit der Zunahme des Verhältnisses von Spannweite zu mittlerer Flügeltiefe. Der Profilwiderstand hingegen ist eine Funktion des Flügelquerschnitts und ist in allen luftfahrttreibenden Ländern Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Auch die Natur kann für die Ausbildung des günstigen Flügels manch lehrreichen Hinweis geben. Als Beispiel hierfür sind in Abb. 3 der bekanntlich schlecht fliegende Fasan mit seinem Breitenverhältnis 5 : 1 und der König der Meeressegler, der Albatros, gegenübergestellt, dessen Flügel ein Breitenverhältnis von 12 : 1 aufweisen. Die technischen Parallelen dazu sind das noch unvollkommene Gleitflugzeug des Altmeisters Lilienthal und das hannoversche Segelflugzeug „Vampyr", das seine großen Erfolge in erster Linie seinem guten Breitenverhältnis von 10 : 1 zu verdanken hat. Neuere Bauten gehen über dies Maß sogar noch erheblich hinaus.

Auch auf andern Gebieten finden wir ähnliche Verhältnisse, z. B. im Segelschiffbau, Abb. 4. Gegenüber der normalen Takelage des Handelschiffes mit den breiten Raasegeln und infolge-

Abb. 2. Flugzeug-Bilanz.

dessen sehr hohem induziertem Widerstand zeigt die Hochtak eines Rennbootes, wie man diesen Widerstand durch Erhö des Breitenverhältnisses vermindern kann. Für die unter W liegenden Teile des Schiffes gelten ähnliche Überlegungen.

Neben dem Flügel ergeben aber noch andere Flugzeu Widerstände, die keinen Auftrieb erzeugen, der Rumpf, das werk und das Fahrgestell. Diese Widerstände muß man entsprechende konstruktive Ausbildung nach Möglichkeit schränken. In Abb. 2, Mitte, ist die Summe aller dieser Einf durch Auftragen des Verhältnisses von Widerstand zu Au mit dem Auftriebsbeiwert als unabhängiger Veränderlichen gestellt.

Auf der positiven Seite unserer Bilanz haben wir zu die Energie des Brennstoffes, wovon der Motor etwa 35 v nutzbare mechanische Arbeit umsetzt (Kurve M, Abb. 2, Mi Von diesen 35 vH verschlingt aber bereits der Luftwirbe Propeller einen weiteren Teil. Der Propellerwirkungsgrad von der jeweiligen Flugzeuganstellung ab und erreicht in u Beispiel bis zu 80 vH. Wenn die hiernach übrig bleibende Lei (Kurve P, Abb. 2, Mitte) nur ausreichen würde, um die W stände zu überwinden, so könnte sich das Flugzeug nur g schwebend erhalten (Schwebeleistung); wir brauchen aber Überschuß, um steigen zu können (Steigleistung). Eine lichkeit zu Verbesserungen liegt also in der Steigerun Propellerwirkungsgrades. Leider hat uns die Wissenschaft noch nicht so viel gegeben, wie wir als Praktiker nötig h Wir müssen daher immer in sehr schwierigen und umständl Versuchen, teils im Windkanal, teils auf dem Flugplatz günstige Verhältnis zwischen Flugzeug und Propeller finder

Aus den in Abb. 2 dargestellten Beziehungen folgt, da Geschwindigkeit, die den verlangten Auftrieb erzeugen kan kleinen Anstellwinkeln groß, bei großen Anstellwinkeln klei Es kommt wesentlich darauf an, die Spanne zwischen de

Abb. 3. Ausbildung des günstigsten Flügels.

Abb. 4. Vergleich eines Handelsschiffes mit einer Rennyach

…em Auftrieb zulässigen Mindest…windigkeit (Landung) und der …stgeschwindigkeit (Wagerechtflug) …t allen Mitteln zu vergrößern. …ärker ein Flugzeug belastet wird, …o kleiner wird diese Spanne.

… sei noch bemerkt, daß sich im Sturz…wesentlich höhere Geschwindigkeiten …en lassen — für die Festigkeitsrech… ist dies von Bedeutung —, weil hier … der Motor, sondern das Gewicht des …eugs die treibende Kraft abgibt. In …hier behandelten Beispiel, welches …s Junkers-Verkehrsflugzeug Type F …llt, wäre auf diese Weise eine Ge…ndigkeit von 480 km/h zu erzielen, … der Führer es wagte; bei einem …fflugzeug wären noch höhere Werte …hbar.

…e ganze besprochene Bilanz gilt nur … e Verhältnisse in der Nähe des Erd…s, denn unsere Motoren haben zur …noch die unangenehme Eigenschaft, …er Abnahme des Luftdruckes in zu…nder Höhe an Leistung zu verlieren. …erfügbare Leistungsüberschuß nimmt …nit der Höhe ab, und in einer be…mten Höhe wird ein Punkt unserer …e erreicht, wo kein Steigen mehr …h ist. Dies ist die sogenannte Gipfelhöhe des …eugs.

…Vie in der Energiebilanz, so müssen wir auch mit dem …ht haushalten. Wie ein Shylock muß der Flugzeug…ukteur um jedes Pfund handeln. Die Gewichtverteilung, …5, zeigt dies deutlich. Motor, Flugzeugzelle und Zuladung …ier im gleichen Maßstab dargestellt. Käme überall die …e Bauweise zur Anwendung, so würde das Gewicht der …weitaus überwiegen. So aber beträgt es nur 40 vH des Ge…wichtes, während die gesamte Motoranlage 24 vH erfordert. …nnahme einer zehnstündigen Flugdauer sind weitere 25 vH …n Betriebstoff aufzuwenden, so daß nach Abzug des Führers …wa 7 vH als wirtschaftliche Nutzlast übrig bleiben. Wir …n diesen Teil wesentlich durch Herabsetzung der Flugdauer …n. Beschränken wir sie auf vier Stunden, eine Zeit, in der … wa 500 km zurücklegen können, so fällt der Betriebstoff…e auf 10 vH, der Nutzlastanteil steigt auf 26 vH und der wirt…aiche Wirkungsgrad etwa auf das Dreifache.

Doppeldecker Eindecker

Abb. 7. Statischer Aufbau.

a mehrstieliger Doppeldecker
b einstieliger Doppeldecker
c Eindecker mit äußerer Verspannung
d Eindecker mit Strebenverspannung
e verspannungsloser Eindecker.

Abb. 6. Steiggeschwindigkeiten.

Abb. 5. Gewichtverteilung.

Abb. 8. Unterschied zwischen Schwer- und Leichtbau.

Die Gegenüberstellung von Schnellzug, Güterzug und Dampfer in Abb. 5 zeigt, daß das Flugzeug, von diesem Standpunkt aus betrachtet, den Vergleich mit andern Verkehrsmitteln durchaus nicht zu scheuen braucht; beträgt doch z. B. der Nutzlastanteil eines normalen D-Zuges nur 9 vH seines Gesamtgewichtes.

Steigerung der wirtschaftlichen Nutzlast ist im Verkehrsflugzeug die erste Forderung. In unserm Beispiel ließe sich das Flugzeug bei 1960 kg Gesamtgewicht mit 200 m Anlauf in Abhebgeschwindigkeit bringen und eine Höhe von 4800 m erreichen. Die Steiggeschwindigkeit wäre hierbei am Anfang 3 m/s, s. Abb. 6. Bei 3600 kg Fluggewicht könnte sich das Flugzeug in Bodennähe gerade noch schwebend erhalten, hätte aber keine Steigfähigkeit mehr. Ein Flugzeug von gleicher Leistung mit 1000 kg Gesamtgewicht käme, im Anfang mit 12 m/s steigend, auf 9000 m Höhe. Diese Steiggeschwindigkeit entspricht etwa der eines Förderkorbes im Bergwerk. Ein D-Zug mit einer Fahrgeschwindigkeit von 50 km/h auf einer Steigung von 1 : 100 hat demgegenüber nur eine Steiggeschwindigkeit von 0,14 m/s. Für den Start ist die Steigfähigkeit von besonderer Bedeutung, da man oft unmittelbar nach dem Abflug örtliche Hindernisse, Häuser, Bäume usw. überfliegen soll.

Der Aufbau des Flugzeuges hat in Baustoff, Bauform und Bauweise den besondern Anforderungen Rechnung zu tragen. Beim Baustoff ist die Entwicklung von Holzbau mit Leinwandbespannung ausgegangen und über den Stahl neuerdings zum Leichtmetall, zu D min und andern Legierungen gelangt, ein wicklung, die noch keineswegs abgesch ist und noch manches für die Zukunft er läßt.

Abb. 10. Flügel-Bauvorrichtung.

Abb. 9. Bruchprüfung.

Aber der Baustoff allein tut es nicht muß auch die Bauform gefunden werde große Flächen bei geringstem Gewicht und ster Festigkeit zu bauen erlaubt. Der Bri bau bot hier zunächst die Vorbilder. Die Schwierigkeit lag darin, daß einer sehr g Mittelkraft verhältnismäßig kleine Seitenl auf die Flügel verteilt, gegenüberstanden. Anfang an wurde die Lösung des Problem zwei verschiedenen Wegen, im Eindecke im Mehrdecker, gesucht. Der alte Eind mit außenliegenden Verspannungen, z. Etrich-Taube, Abb. 7c, ist heute fast gan schwunden, und zwar nicht wegen des stat Aufbaues, sondern wegen des hohen W standes der Verspannungen. Dieser ist Flugzeug viel schädlicher als das höhe wicht des einfach abgestrebten oder gan tragenden Flügels beim neuzeitlichen Eind Auch die Entwicklung des Doppeldeckers ähnliche Bestrebungen, alle außenlieg Versteifungen fortfallen zu lassen, wenn es nicht vorzieht, auch hier zum freitrag Flügel überzugehen.

Die Forderung geringsten Gewichts b in der Durchführung eine Bauweise, die g sätzlich von der im Maschinenbau übliche schieden ist. Ein Beispiel möge zeigen, der Unterschied zwischen Schwer- und L bau zu suchen ist. In Abb. 8 sind zwei von je 1 m² Fläche dargestellt. Das eine zu einem Verkehrsflugzeuge, das andere einen kleinen Dampfer bestimmt. Das zeugruder wiegt ungefähr 3 kg, das Schiff 160 kg. Der Grund für diesen großen schied sind die massigen Formen und Bauteile des Schiffsruders, die im nor Maschinenbau üblich sind. Sie bedinge sehr schlechte Ausnutzung des Baustoffs.

Abb. 11. Lokomotive und Flugmotor gleicher Leistung.

Abb. 12. Massenverteilung und Ruderkräfte.

…eugruder werden dagegen die Biegung durch die nur 0,3 mm …e gewellte Außenhaut der Ruderflächen, das Drehmoment … ein Rohr von 1 mm Wandstärke aufgenommen. Vergleicht …das zu übertragende Drehmoment beider Ruder im Verhält… …ihrem Gewicht, so stehen die spezifischen Leistungen immer … im Verhältnis 16 : 9. Beim Flugzeugruder wird also durch …tbau nahezu die doppelte Leistung gegenüber dem Schiffs… … erreicht.

Das ist natürlich nur ein einzelnes Beispiel. Aber das Pro…er des Leichtbaues zieht sich durch den ganzen Flugzeugbau …bereitet oft große Schwierigkeiten, da der Aufbau des Flug…s stark wechselnden Beanspruchungen unterworfen ist. …dies ist er zumeist statisch unbestimmt und daher der Rech… nur bis zu einem gewissen Grade zugänglich. Trotzdem …es nötig, die Sicherheiten gegenüber dem normalen Maschi…u zu verringern. Mit 6- bis 8facher Sicherheit wird ge…et bei normalen Kräften, mit 1,5facher bei ungewöhnlichen …pruchungen. Wegen der Unsicherheit der Rechnung müssen … höhtem Maße praktische Versuche, insbesondere Bruch…ungen, zur Kontrolle herangezogen werden, die den verschie… vorkommenden Belastungsfällen Rechnung tragen. Abb. 9 … wie ein Flügel auf Biegung und Verdrehung geprüft wird. …tung auf Biegung tritt beim Abfangen, Belastung auf Ver…n bei Sturzflügen ein.

Auch der Fabrikation erwachsen durch die großen Ausmaße …elle neue Aufgaben. Der Reihenbau verlangt Austauschbar…ller Teile, eine Forderung, die man z. B. bei einem ganzen …lügel nur durch besondre Maßnahmen erfüllen kann, da bei …n die Paßstellen weit auseinander liegen. Für den Flügelbau …ndet man daher besondere Gerüste, Abb. 10. Die Anschluß-

Abb. 15. Flugzeugatrappe.

stellen des Flügels am Mittelgerüst müssen in diesem Fall auf etwa ± 0,2 mm passen. An den Flügelenden, wo es nur auf Wahrung des Flügelprofils ankommt, ist eine Toleranz von ± 1 mm zulässig, an den Querruderlagern sind dagegen nur Abweichungen von ± 0,5 mm zulässig. Das erfordert ganz neue Lösungen für Aufbaugerüste. Sie müssen leicht und auf große Entfernungen zu bauen sein und sich bequem ändern lassen. Im vorliegenden Fall besteht das Gerüst aus leichten, geschweißten Blechträgern. Ist an irgend einer Stelle eine Änderung vorzunehmen, so wird einfach das betreffende Stück mit der Schweißflamme abgetrennt und ein neues eingesetzt. Für die Herstellung der aus Wellblech bestehenden Flügelaußenhaut genügen dagegen ganz einfache Vorrichtungen, um die notwendige Genauigkeit zu erzielen. Hier sind Toleranzen von 5 bis 10 mm zulässig.

Auf die Maschinenanlage soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Ein Beispiel nur möge den wesentlichen Unterschied zwischen normalem Maschinenbau und Leichtmotorenbau dartun, Abb. 11. Eine Lokomotive von 250 PS wiegt etwa 15 000 kg, ein Flugmotor von gleicher Leistung, der unter seinesgleichen sogar noch als „schwer“ anzusprechen ist, nur 330 kg. Es bedarf keines besonderen Hinweises, wie hoch jeder Teil des Flugmotors beansprucht sein muß, um so mehr, als dieser fast dauernd mit Höchstleistung zu laufen hat. Anderseits ist seine Betriebssicherheit in des Wortes wahrstem Sinn eine Lebensfrage für den Flugbetrieb. Auch hier ist die Entwicklung noch keineswegs abgeschlossen.

Neben der Bilanz des stetig fliegenden Flugzeuges beschäftigt uns noch eine andre Frage. Ein grundlegender Unterschied gegenüber anderen Fahrzeugen besteht beim Flugzeug in seiner dreidimensionalen Beweglichkeit. Die Führung des Flugzeuges in der Luft, seine Stabilisierung nach allen Richtungen des Raumes ist von ausschlaggebender Bedeutung für die Sicherheit des Fluges. Die Massenverteilung

Abb. 13. Drehkreise.

Abb. 14. Einfluß der Beschleunigung auf den Blutdruck.

im Flugzeug ist sehr eigenartig. Bei dem normalen Verkehrsflugzeug unseres Beispiels sind 1800 kg in der Mitte vereinigt, 60 kg am Rumpfende und nur je 40 kg an den Flügelenden zu denken. Dieses Massensystem eilt nun mit einer Geschwindigkeit von 44 m/s durch die Luft. Wie eine Betrachtung der Abb. 12 lehrt, können sich bei der Steuerbetätigung außerordentlich hohe Beschleunigungen von mehr als dem zehnfachen Betrag der Erdbeschleunigung ergeben. Das verlangt im Hinblick auf die beschränkte menschliche Reaktionsfähigkeit besondere Berücksichtigung. Leider ist die Stabilisierung noch nicht genügend erforscht; denn der Prüfung im Windkanal stellen sich große Schwierigkeiten entgegen, und die Rechnung anderseits ist zu schwierig, so daß zum großen Teil erst Versuche in der Luft, die bei Erstausführungen stets mit Gefahr verbunden sind, die nötige Klarheit schaffen können.

Die dreidimensionale Bewegungsfreiheit des Flugzeuges in der Luft bringt als besondern Vorteil seine große Beweglichkeit und Wendigkeit mit sich. In der Zeit, in der ein mit 100 km/h fahrender D-Zug in der 900 m-Kurve eine Wendung von 3° ausführt, kann ein gleich schnelles Flugzeug bereits einen Viertelkreis beschrieben haben, Abb. 13. Dies hat seinen Grund darin, daß beim Flugzeug eine bedeutend steilere Schräglage statthaft ist, wodurch viel größere Zentripetalkräfte möglich werden.

Damit kommen wir aber auf einen anderen Umstand von grundsätzlicher Bedeutung. Wir finden hier Grenzen, die wir sonst in der Technik nur selten antreffen, Grenzen, die nicht im Mechanischen, sondern im Organischen begründet sind. Bei einem mit hoher Geschwindigkeit wendenden Flugzeug steigt z. den Flügeln der Luftdruck auf das 3,7fache. In den Blutg des Insassen aber tritt ein anormales Druckgefälle, d. h. Bl im Gehirn ein, Abb. 14. Daraus ergeben sich Störunge Gehirntätigkeit, Gedächtnisschwäche, mangelnde Reaktions keit bis zum Schwinden des Bewußtseins usw., die ernstes achtung erfordern. Auch auf andre psychische und phy Erscheinungen muß man Rücksicht nehmen, z. B. auf die kungen von Kälte, dünner Luft, rasche Änderung der Luft Winddruck u. dergl. Manchmal genügt bei Neubauten die nung, die Vorstellungskraf mehr, um beim Entwurf diesen Anforderungen gere werden. Man hilft sich in der Weise, daß man m fachen Mitteln Atrappen a Abb. 15, die zeigen, wie de rer sitzt, welche Sicht er h man einsteigt, ob man in d bine stehen, sitzen, beque dem Fenster blicken kann

Abb. 16. Zukunfteindecker „Fliegende Flügel".

So entsteht ein Flugze Kompromiß aus den versch sten Faktoren. Aus deren art aber erwachsen nebe Aufgaben der Gegenwart die Ziele für die Zukunft. lich liegen sie vor uns. Ve rung des Widerstandes, mehrung des Auftriebs, ist stes Gesetz. Daneben wir die Motoren verstärke Gewicht verringern, ihr triebsicherheit und Leben steigern, ihren Brennst brauch herabsetzen. D hinaus wird der Motor, Leistung von der Flughöhe hängig ist, das schnelle F in großer Höhe ermöglichen müssen. Geschwindigkeiten vo 400 km/h, die heute bei Rekordflügen in Erdnähe erreich den, werden dort oben noch weit zu überbieten sein. Vor aber muß der Nutzlastanteil vermehrt werden. Das füh wendigerweise zu immer größeren Ausführungen.

Ein Bild der Phantasie, wie ein Riesenflugzeug d kunft, das neben der Besatzung noch 100 Reisende aufn soll, vielleicht einmal aussehen mag, zeigt Abb. 16. Dem genden Flügel", der alle Lasten, Maschinenanlage, Bes Nutzlast und Brennstoffvorrat in sich aufnimmt, wird, so g wir, die Zukunft gehören. Wie, wo und wann diese al von Prof. Junkers einmal Verwirklichung finden wird wissen es nicht. Aber die Aufgabe ist gegeben.

20 Jahre sind vergangen, seitdem sich zum ersten Mensch durch Motorkraft in die Luft erhob. Viel ist e worden, viel bleibt noch zu schaffen. Möge es Deutschla gönnt sein, auch weiterhin an seiner Stelle das Seine z
[B

Gefahr für die Waterloobrücke in London.

Die historische Waterloobrücke über die Themse, eröffnet am 2. Jahrestage der Schlacht bei Waterloo, eine der schönsten Steinbrücken Londons, ist durch Nachgeben eines Pfeilers in ihrem Bestand bedroht. Das Gewölbemauerwerk, die Gewölbezwickel und die Balustrade des mittleren Bogens haben sich gesenkt, letztere hat mit Drahtseilen gesichert werden müssen. Der nördliche Pfeiler scheint zunächst die Veranlassung gegeben zu haben, es muß jedoch angenommen werden, daß alle Pfeiler mehr oder weniger unzuverlässig sind. Die Pfeiler stehen in einer Kiesschicht, die den Londoner Ton überlagert, und zwar auf Buchenpfählen, die bis rd. 6 m in den Ton hinunterreichen. Die Zwischenräume zwischen den Pfahlköpfen sind mit in Mörtel gesetzter Bruchsteinbefestigung ausgefüllt. Man nimmt an, daß im Laufe des Jahrhunderts der Pfahlrost durch Auskolkung unterspült und das Holzwerk zerstört worden ist.

Als erste, dringendste Arbeit ist zunächst einmal das Abstützen des gesenkten Bogens durch ein Pfahlwerk in Angriff genommen worden. Für die Zeit der Wiederherstellungs- bzw. Erneuerungsarbeiten muß neben der beschädigten Brücke eine Notbrücke gebaut werden.

Da die alte Brücke, die mit neun Bogen von je 38 m Spannweite die Themse überspannt, im Herzen Londons liegt und eine Hauptverbindung der beiden Ufer bildet, nur 13,7 m im ganzen und 8,2 m in der Fahrbahn breit ist, hat man erwogen, die beschädigte Brück eine neue, breitere Brücke in Stein oder Eisen mit nur drei Öff zu ersetzen.

Die Gesellschaft zum Schutz alter Bauwerke in London h neuerdings gegen den vom London County Council gehegten Pla Neubaues der Waterloobrücke gewandt und fordert, die Brücke lassen, wie sie ist, und nur die vorhandene Holzgründung durch und Mauerwerk zu ersetzen. Die Forderung wird damit begründ die neuzeitlichen Verfahren der Ingenieurbaukunst imstande sein den erforderlichen Beton unter die bestehenden Pfeiler zu bringe einen einzigen Stein des Brückenbauwerks zu verändern. Die des Council halten jedoch an der Ansicht fest, daß das Unterfan bestehenden Pfeiler durch Beton die Schäden an dem Bauwer beseitigen, wohl aber noch vermehren und eine ernste Gefährdu alten Bauwerks bedeuten würde.

Die Waterloobrücke ist vor kurzem für Fahrzeuge von als 10 t Gewicht bei weniger als 5 km/h Geschwindigkeit wied gegeben worden. Man hofft damit bis zur Fertigstellung der No der Verkehrsstockungen an den anderen Themsebrücken we einigermaßen Herr zu werden[1]). [N 623]

[1]) Vgl. „Eng. News. Rec." Bd. 92 (1924) Nr. 25 und „The Engineer" (1924) Nr. 3577

Einspritz- und Verbrennungsvorgänge in kompressorlosen Dieselmotoren.

Von Dr.-Ing. V. Heidelberg, Deutz.

etragen in der Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Hannover 1924, Fachtagung der Dieselmaschinengruppe[1]).

Betriebseigenschaften kompressorloser stehender Motoren mit unmittelbarer Einspritzung. Einfluß des Düsendruckes der Zünd- und Verdichtungsdrücke, der Gestalt des Verbrennungsraumes, der Düsen- und Nadelausbildung im Verpuffungs- und Gleichdruckverfahren. Wärmetheoretischer Vergleich mit Luftdieselmaschinen.

ls Beitrag zum Kapitel über luftlose Einspritzung sollen hier Ergebnisse von praktischen Versuchen an kompressorlosen Maschinen mit unmittelbarer Einspritzung teilt werden; dabei müssen sowohl die Einspritz- als auch erbrennungsvorgänge behandelt werden, da diese bei laufen- Maschinen unlösbar miteinander gekuppelt sind. Bei Werk- ersuchen lassen sich nur die Endergebnisse an der Maschine, Brennstoffverbrauch, wirtschaftlicher Wirkungsgrad, Größe Diagramms und die Temperaturen bestimmen, der Versuchs- ieur hat dann die schwierige Aufgabe, aus dem Schluß- einer Kette von Vorgängen auf die Ursachen zurückzu- ßen, um so die Zusammenhänge aufzudecken sowie zu be- chen.

Prof. Nägel hat bei der vorjährigen ersten Dieseltagung ompressorlosen Maschinen zwei Ausführungsformen unter- len[2]):

1. Maschinen, die unter Zwischenschaltung von besondern Kammern und Kapseln zwischen Brennstoffdüse und Zylinderraum arbeiten, oder Vorkammer-Dieselmaschinen,
2. Maschinen, die den Brennstoff unter hohem Druck unmittelbar aus der Düse in den Verbrennungsraum einspritzen, oder Dieselmaschinen mit Strahlenzerstäubung.

Das Jahr, das seit diesem Vortrag verstrichen ist, hat hierin geändert; Maschinen, die das Problem auf eine dritte Weise sind, wenn man von Schweröl-Vergasermaschinen absieht, bekannt geworden. Die Vervollkommnung und Weiterent- ung beider Maschinengattungen nebeneinander hat insofern ihr Anwendungsgebiet eine gewisse Klarheit gebracht, als elmaschinen im allgemeinen bei kleinen Zylinderleistungen hohen Umlaufzahlen angewendet werden, während große derleistungen (etwa über 40 PS) bei niedrigen Drehzahlen usland wie im Inland unmittelbare Einspritzung aufweisen. erklärt sich leicht, wenn man bedenkt, daß bei kleinen Ma- n billige Anschaffung sowie einfache Bedienung und War- gefordert werden müssen und der Brennstoffverbrauch, d. h. Wirkungsgrad der Anlage erst in zweiter Linie kommt. Bei n Maschinensätzen dagegen, wo man mit gelernter Ma- nmannschaft rechnen kann, spielt wegen des starken Wett- bs gegenüber Dampfkraft und Elektrizität der Wirkungs- des Verbrennungsprozesses eine ausschlaggebende Rolle. allgemein sind die Verbrauchziffern bei Vorkammermaschi- die bei stehenden Maschinen etwa 200 bis 225 g/PS$_e$h be- und im günstigsten Fall bei liegenden Maschinen PS$_e$ h erreichen, erheblich höher als bei unmittelbarer Ein- ung, und einen Verbrauch von 165 g/PS$_e$h kann man mit lmaschinen kaum erzielen, da der durch die Kapsel bedingte ftete Brennraum, die Aufbereitung des Brennstoffs, die Er- g der Kammer, insbesondere ihres Bodens, bis auf Rotglut er Luftmangel in der Kammer einen gewissen Energieauf- erfordert, der sich im höheren Verbrauch äußern muß.

Auch für den Versuchsingenieur bedeuten bei Kapsel- inen die verwickelten Vorgänge in der Zündkammer, der laggebende Einfluß, den Gestalt und Inhalt der Vorkammer die Temperaturen der einzelnen Wandteile auf die Ver- ung ausüben, so große Schwierigkeiten, daß es kaum möglich t, jeden Einfluß für sich abzutrennen, um eine Gesetz- keit herauszufinden, während Maschinen mit unmittelbarer ritzung, bei ihrem einfachen und durchsichtigen Aufbau n wenigen Veränderlichen zu planmäßigen Untersuchungen lers geeignet scheinen.

Versuche über unmittelbare Einspritzung.

Von ähnlichen Gedankengängen geleitet, hat die Motoren- ik Deutz Ende 1920 Versuche über unmittelbare Ein- ung begonnen, die sich bis in die jüngste Gegenwart hinein kt haben. Die Einrichtung für diese Versuche ist folgende: Eine Brennstoffpumpe fördert Brennstoff durch ein feder- tes Einspritzventil in den Verbrennungsraum. Da die Ver- ng niedriger als bei normalen Dieselmaschinen sein kann und nur aus Rücksicht auf sicheres Anlassen nicht unter eine gewisse Höhe sinken darf, die bei größeren Viertaktzylindern bei rd. 18 at liegt, so kann selbst bei Viertaktmaschinen mit obenliegendem Ventil der Verbrennungsraum beliebig gestaltet werden. Die Verdichtung läßt sich in weiten Grenzen durch Veränderung der Länge der Pleuelstange ändern. Die Drücke, unter denen der Brennstoff in den Zylinder gespritzt wird, kann man mittels der Feder für das Nadelventil beliebig ändern, den Zündbeginn durch Verschiebung des Brennstoffnockens verlegen.

Es erhebt sich zunächst die Frage, ob die Länge und Weite sowie die Wanddicke der Brennstoffleitung zwischen Pumpe und Zylinder bei den erforderlichen hohen Drücken keinen großen Einfluß auf den Verbrennungsvorgang haben. Bei Maschinen mit selbsttätigen Einspritzventilen ist dies im Gegensatz zu Maschinen mit offenen Düsen nicht der Fall, da die Brennstoffleitung bei Druckunterschieden gegen den Zylinderraum durch die nach der Leitung hin öffnende Nadel und gegen die Brennstoffpumpe hin durch das Druckventil selbsttätig abgeschlossen wird. Schließt die Nadel z. B. bei 200 at Flüssigkeitsdruck, so ist die Leitung zwischen Druckventil und Einspritzventil vollkommen abgeschlossen und unbeeinflußt von den Vorgängen, die sich an ihren Enden abspielen. Ein Wechsel in der Belastung der Leitungswandungen tritt nur insofern ein, als beim Förderhub der Pumpe der Druck um einen gewissen von der Nockenform und der Umlaufzahl abhängigen Wert steigt, der erfahrungsgemäß etwa 30 bis 50 at beträgt.

Während bei offenen Düsen die Brennstoffleitung im Verlauf des Förderhubes der Pumpe von 0 auf 75 bis 120 at Überdruck aufgefüllt und beim Expansionshub der Maschine wieder auf 0 entlastet wird, steigt beim selbsttätigen Nadelventil der Druck von rd. 200 auf 230 at und nimmt dann wieder auf 200 at ab. Die Belastung der Rohrwand durch wechselnde Drücke ist also beim Nadelventil erheblich geringer, woraus sich auch erklärt, daß bei Maschinen mit unmittelbarer Einspritzung und selbsttätigem Ventil die Zusammendrückbarkeit des Öles und die Dehnung der Leitung keine Rolle spielen, die Länge der Leitung gleichgültig ist und selbst kleinste Brennstoffmengen bei Leerlauf und sehr stark herabgesetzter Drehzahl bei Vielzylindermaschinen sicher und gleichmäßig befördert werden, so daß die Zylinder nicht zu Aussetzern neigen.

RZ 966 Z 1

Abb. 1. Tauchkolben der Versuchsmaschine

Für die Versuche stand eine Dieselmaschine mit A-Gestell in normaler Ausführung zur Verfügung, die bei 550 mm Hub, 320 mm Zyl.-Dmr. und 220 Uml./min als Dieselmaschine mit Lufteinspritzung 50 PS Nennleistung bei 20 vH Überlastbarkeit lieferte. Die Maschine eignete sich besonders gut für die Versuche, weil ihr Tauchkolben, Abb. 1, als Versuchskolben ausgeführt war und schon vor dem Kriege zu Versuchen über Verbrennungsräume bei Dieselmaschinen dienen sollte, die wegen des Krieges unterbleiben mußten. Durch Auswechseln des Oberteils am Kolben kann man den Verbrennungsraum weitgehend ändern, ohne daß dadurch die Reibungsverluste des Kolbens beeinflußt werden; der Oberteil, der nur die Ringe trägt, ist nämlich freigeschliffen und nimmt an der Kolbenreibung, die, wie bekannt, den Hauptanteil am inneren Reibungsverlust der Maschine trägt, nicht teil. Da bei dem vorliegenden Oberteil im Gegensatz zu pilzförmigen, auswechselbaren Kolbenböden die Wärme nach den Zylinderwänden gut abgeleitet wird, tritt bei diesen Kolben keine übermäßige Wärmebeanspruchung des Oberteils ein. Der Verdichtungsdruck der Maschine wird durch Einlegen von Scheiben zwischen Pleuelstangenlager und Stangenkopf, der Spritzdruck durch Anziehen der Nadelfeder in weiten Grenzen geändert. Die Brennstoffpumpe wird durch Nocken und Rolle von der Steuerwelle der Maschine unmittelbar angetrieben und mittels eines Keils geregelt, der die

[1]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) Nr. 22 S. 574 u. 579 sowie Nr. 25 S. 641. Der Meinungs- ch über die Vorträge der Tagung wird voraussichtlich in Nr. 41 er- n.

[2]) Z. Bd. 67 (1923) S. 677 u. f.

Öffnungszeiten des Überströmventils in der Pumpe so beeinflußt, daß der Einspritzbeginn festliegt und sich nur das Förderende verschiebt. Die Leistung wurde mittels Dynamo abgebremst, die Belastung sowie die sonstigen Größen nach den Normen des Vereines deutscher Ingenieure, sowie gemäß den Forderungen gewissenhafter Berechnung bestimmt.

Der Aufbau der Maschine gestattet, folgende Punkte zu untersuchen:

Abhängigkeit des Zünddruckes von der Belastung für verschiedene Verdichtungsverhältnisse im Gleichdruck- und im Verpuffungsverfahren.

Brennstoffverbrauch und Wirkungsgrad für verschiedene Verdichtungsverhältnisse im Gleichdruck- und im Verpuffungsverfahren.

Abhängigkeit des Verbrauchs vom Zünddruck im Gleichdruck- und im Verpuffungsverfahren.

Abhängigkeit des Zünddrucks vom Verdichtungsdruck bei verschiedenen Nockenstellungen.

Brennstoffverbrauch und Auspufftemperatur bei verschiedenen Düsen und verschiedenen Formen des Verdichtungsraumes.

Abhängigkeit des Verbrauchs vom Düsendruck bei zw schiedenen Einspritzdüsen.

Spritzbilder und Betriebseigenschaften von Einloch Mehrlochdüsen.

Vergleich einer normalen Dieselmaschine mit einer pressorlosen Dieselmaschine von gleicher Leistung sowie Betrieb erhaltenen Diagramms mit dem theoretischen.

Um die Betriebseigenschaften bei verschiedenen Ve tungsgraden untersuchen zu können, muß man die Verdi möglichst hoch treiben; für diese Versuchsreihe wurde d ein flacher Kolbenboden gewählt. Um ferner auch bei hohe dichtung große Spritzlängen zu erzielen, haben wir die düse um rd. 15 mm in den Kopf zurückgezogen. Zum Einsp diente eine Einlochdüse von 2 mm Bohrung, deren Weite, w den Ergebnissen folgt, für den Betrieb ohne Einfluß ist.

Gleichdruck- und Verpuffungsbetrieb.

Einige Diagramme von diesen Untersuchungen, die j der Einstellung des Pumpendaumens gegenüber dem Gleichdruck- oder Verpuffungsverbrennung ergeben, sind in bis 15 wiederge Zur Kennzeichnu Betriebsarten eign namentlich die setzten Diagramm puffung wurde d hervorgebracht, d Beginn der Pu förderung 40° K winkel vor dem Totpunkt gelegt Gleichdruck bei der Pumpenförderu Kurbelwinkel vo oberen Totpunkt. kann also durc schieben des Bren nockens Gleich oder Verpuffu gramme erhalten. Gleichdruckverfah demnach hier nu der vielen mö Verbrennungsver der Maschine. D tersuchung der gramme ergibt, d zu halber Last d brennung bei gle bendem Volumen über hinaus bei bleibendem Druc findet.

$n = 218$, $N_e = 60$ PS
Verbrauch 249 g/PSh
$p_e = 5{,}58$ at
$\eta_{mech.} = 81{,}1$ vH
$\eta_{wirtsch.} = 25{,}2$ vH
$p_c = 22$ at, $p_z = 22$ at
Zündst. $= 27^0$ v. Tp_0.

Vorverdichtungsdrücke 22 und 50 at.
Einlochdüse: Druck in der Düse rd. 280 at.

Diagramm versetzt um 90°.

$n = 216$, $N_e = 60{,}7$ PS
Verbrauch 201 g/PSh
$p_e = 5{,}71$ at
$\eta_{mech.} = 84$ vH
$\eta_{wirtsch.} = 31{,}2$ vH
$p_c = 50$ at, $p_z = 50$ at
Zündst. $= 27^0$ v. Tp_0.

Gleichdruckverfahren
Einlochdüse: Druck in der Düse rd. 280 at.

Diagramm versetzt um 90°.

$n = 218$, $N_e = 63{,}5$ PS
Verbrauch 190 g/PSh
$p_e = 5{,}95$ at
$\eta_{mech.} = 84$ vH
$\eta_{wirtsch.} = 33$ vH
$p_c = 50$ at, $p_z = 50$ at
Zündst. $= 40^0$ v. Tp_0.

Einlochdüse: Druck in der Düse rd. 280 at.

Diagramm versetzt um 90°.

$n = 218$, $N_e = 52{,}5$ PS
Verbrauch 168 g/PSh
$p_e = 4{,}9$ at
$\eta_{mech.} = 87$ vH
$\eta_{wirtsch.} = 37{,}4$ vH
$p_c = 50$ at, $p_z = 71$ at
Zündst. $= 40^0$ v. Tp_0.

Verpuffungsverfahren
Einlochdüse: Druck in der Düse rd 280 at.

Diagramm versetzt um 90°.

RZ 466 Z 2÷5 RZ 466 Z 6÷9

Abb. 2 bis 9. Diagramme für Gleichdruck- und Verpuffungsverfahren bei unmittelbarer Einspritzung ohne Kompressor.

$n = 217$, $N_e = 52{,}4$ PS
Verbrauch 176 g/PSh
$p_c = 22{,}5$ at, $p_z = 42$ at
Zündst. 40^0 v. Tp_0
Dreilochdüse je 0,5 mm Dmr.
Düsendruck rd. 280 at.

Diagramm versetzt um 90°.

$n = 214$, $N_e = 71{,}5$ PS
$p_c = 22{,}5$ at, $p_z = 42$ at
Zündst. 40^0 v. Tp_0
Dreilochdüse je 0,5 mm Dmr.
Düsendruck rd. 280 at.

Diagramm versetzt um 90°.

$n = 218$, $N_e = 50$ PS
Verbrauch 204 g/PSh
$p_c = 35$ at, $p_z = 35$ at
Zündst. 25^0 v. Tp_0
Einlochdüse:
Düsendruck rd. 280 at.

Versetztes Diagramm.

$n = 218$, $N_e = 48{,}5$ PS
Verbrauch 180 g/PSh
$p_c = 35$ at, $p_z = 57$ at
Zündst. 45^0 v. Tp_0
Einlochdüse:
Düsendruck rd. 280 at.

Versetztes Diagramm.

RZ 466 Z 10÷12 RZ 466 Z 13÷15

Abb. 10 bis 15. Diagramme einer kompressorlosen Dieselmaschine.

Die Ergebnis Messung bei fungsbetrieb si Abb. 16 ausg Man erkennt hi Kurvenscharen, die obere den Wi grad, die unte Brennstoffverbra Abhängigkeit v Leistung zeigt. der Kurven en einer bestimmte dichtung, so daß den Ordinaten nahme des Verb mit zunehmende dichtungsgrad kann. Bei zune Belastung nimm Verbrauch bis z Mindestwert a etwa bei 50 PS li von dort aus langsam anzu Der Brennstoffve nimmt mit ste Vorverdichtung

Abb. 16. Versuche im Verpuffungsverfahren.
Beginn der Brennstofförderung 40 ° v. Tp_o.
I 22 at Vorverdichtung II 29 at Vorverdichtung
III 38 „ „ IV 45 „ „
V 50 at Vorverdichtung.

…an bei der hohen Verdichtung von 50 at ungewöhnlich nie…n Verbrauch erhält.

Beim Gleichdruckverfahren, Abb. 17, liegen die Kurven wei… useinander, woraus sich folgern läßt, daß die Maschine … Änderungen des Verdichtungsgrades empfindlicher als … Verpuffungsverfahren ist. Der Vergleich von Abb. 16 u. 17 … daß das Gemischverfahren dem Gleichdruckverfahren er…h überlegen ist und bei mechanischer Einspritzung das Ver…ngsverfahren wirtschaftlich und verbrennungstechnisch … über dem Gleichdruckverfahren den Vorzug verdient.

Bei diesen Messungen wurde nur die Vorverdichtung geän…, während die Nockenstellung unveränderlich war. Trägt man …eichem wirksamen mittleren Kolbendruck ($p_e = 4{,}6$ at) den …stoffverbrauch abhängig vom Zünddruck auf, Abb. 18, so …ht eine Reihe von Kurven, die auffälligerweise eine gemein… Tangente haben. Um diese näher zu untersuchen, wurde … rennstoffverbrauch über dem Zünddruck aufgetragen, Abb. …d 20. Danach ist bei gleichbleibender Nutzleistung der …stoffverbrauch eine Linearfunktion des Zünddruckes und … mit steigendem Zünddruck ab. Daß dieses Gesetz besteht, …ch sich bei hoher Verdichtung der Verbrennungsraum ver…htert, weil er sehr flach wird, läßt darauf schließen, daß …oher Verdichtung die Gestalt des Verbrennungsraumes und …erstäubung nur wenig auf den Verbrennungsvorgang ein…n.

Am günstigsten wäre eine Parallele zur Abszisse, die be… würde, daß der Einfluß des Zünddruckes ausgeschaltet ist

Abb. 17. Versuche im Gleichdruckverfahren.
Beginn der Brennstofförderung 27° v. Tp_o.
I 27 at Vorverdichtung IV 45 at Vorverdichtung
II 29 „ „ V 50 „ „
III 38 „ „

Abb. 18. Brennstoffverbrauch bei steigendem Zünddruck.

Kurve Nr.	Zünddruck
1	20,5 at
2	25,0 „
3	29,0 „
4	34,0 „

Abb. 19. Abhängigkeit des Verbrauches vom Zünddruck, Verpuffungsverfahren.

Abb. 20. Abhängigkeit des Verbrauches vom Zünddruck, Gleichdruckverfahren.

und man mit niedrigen Zünddrücken auskommt. Es ist also dasjenige Verfahren besser, bei dem die Gerade der Wagerechten näherkommt. Auch der Vergleich von Abb. 19 und 20 zeigt also die Überlegenheit des Verpuffungsverfahrens gegenüber dem Gleichdruckverfahren. Als wichtiges Ergebnis folgt, daß hochverdichtende Maschinen gegen Änderungen des Verbrennungsraumes, der Zerstäubung und der Belastung wenig empfindlich sind. Je weiter man sich von der Grenze der Selbstentzündung nach oben entfernt, um so stabiler werden die ganzen Betriebsverhältnisse. Eine Schwierigkeit liegt allerdings darin, daß mit steigender Verdichtung die möglichen Höchstdrücke übermäßig zunehmen, wenn man, wie beim Anlassen der Maschine, die Gesamtwärme bei gleichbleibendem Volumen zuführt.

Aus dem Bild der Abhängigkeit des Zünddrucks von der Belastung bei gleicher Einstellung des Pumpendaumens und bei veränderlicher Verdichtung, Abb. 21, erkennt man, daß eine bestimmte Nockenstellung bei jeder Belastung und Verdichtung Gleichdruckdiagramme ergibt, während im Verpuffungsverfahren bei niedriger Verdichtung die Zünddrücke mit der Maschinenbelastung steigen und nur bei hohen Zünddrücken von der Belastung unabhängig sind. Für andre Einstellungen des Pumpendaumens zeigt Abb. 22 die gleichen Beziehungen bei der Normalleistung von 50 PS auf Grund der Auswertung der versetzten Diagramme.

RZ466Z21

Abb. 21. Abhängigkeit des Zünddrucks von der Belastung (N_e) bei gleicher Nockenstellung und veränderlicher Verdichtung.

Nr.	p_c	Nockenstellung	Nr.	p_c	Nockenstellung
Ia	22 at	40^0 v. Tp_O.	IIIb	38 at	27^0 v. Tp_O.
Ib	22 „	27^0 „ „	IVa	45 „	40^0 „ „
IIa	29 „	40^0 „ „	IVb	45 „	27^0 „ „
IIb	29 „	27^0 „ „	Va	50 „	40^0 „ „
IIIa	38 „	40^0 „ „	Vb	50 „	27^0 „ „

RZ466Z22

Abb. 22. Abhängigkeit des Zünddrucks vom Verdichtungsdruck bei gleicher Stellung des Pumpendaumens, $N_e = 50\,PS_e$, $p_c = 4{,}6$ at.

Nr	Nockenstellung	Nr.	Nockenstellung
1	25^0	4	35^0
2	27^0	5	40^0
3	32^0	6	45^0

Düsenuntersuchungen.

Das Verhalten von Mehrlochdüsen und Einlochdüsen wurde bei verschiedenen Formen des Verdichtungsraumes untersucht. Bei der mechanischen Einspritzung, wo der Einfluß der Einblaseluft auf die Brennstoffzerstäubung fortfällt, muß die Ausbildung der Düsen und damit die Gestalt des in den Zylinder eintretenden Brennstoffstrahles eine besondere Rolle spielen. Während bei Dieselmaschinen mit Lufteinspritzung die Ausbildung des Zerstäubers und der Düsenplatte auf der einen und die Höhe des Einblaseluftdruckes auf der andern Seite die Gestalt des Brennstoffstrahls bestimmen, entscheiden bei der mechanischen Einspritzung die Düsenplatte und das Düsennadelende sowie der Flüssigkeitsdruck im Brennstoffventil über den Betriebzustand. Bei mechanischer Einspritzung müssen daher getrennte Versuche über Mehrloch- und Einlochdüsen sowie über den Einfluß des Druckes in der Nadeldüse auf den Brennstoffverbrauch angestellt werden.

Die Düsen wurden deshalb

1. auf ihr Verhalten beim Spritzen in die freie Luft,
2. auf den Brennstoffverbrauch bei verschiedenen Belastungen und verschiedener Gestalt des Verbrennungsraumes geprüft.

Es liegt kein Grund vor, anzunehmen, daß sich die Gestalt der Spritzkegel im Zylinder gegenüber Spritzversuchen im Freien ändert. Dagegen hängt die Durchschlagkraft der Brennstoffteilchen wesentlich von der Dichte des Mittels ab, in da Strahl eintritt. Man darf deshalb die Folgerungen aus Sp versuchen im Freien wohl in bezug auf Gestalt des Strahle auf Grad der Zerstäubung auf die Verhältnisse in der Ma übertragen, die Spritzweiten sind hier dagegen erheblich ger

Für die Spritzversuche wurde der Düsenkörper au Maschine ausgebaut und an eine mit Gasöl betriebene druckpumpe angeschlossen. Der Düsendruck, der an Manometer abgelesen wird, läßt sich durch Anspannen der ändern.

Bei Mehrlochdüsen sind Anzahl und Größe der Bohr sowie die Lage der Bohrung zur Achse des Brennstoffein von Einfluß. Bei Einlochdüsen läßt sich das Spritzbild durch die Größe der Bohrung und die Dicke der Platte eine Nadelspitze mit zylindrischem Ansatz ändern.

Zwei Betriebzustände der Düsen können das Spr verändern: man kann die Düse so betreiben, daß währe ganzen Einspritzdauer nur derjenige Druck herrscht, de Öffnen der Nadel gebraucht wird, oder so, daß, wie Regel ist, der Druck während des Sp steigt. Bei Einlochdüsen ohne zylindr Nadelfortsatz tritt die Zerstäubung Brennstoffes sofort bei Beginn des Sp ein, selbst wenn der Druck währen Spritzens nicht gesteigert wird. De stäubungskegel ist vor allem bei etwa ßeren Bohrungen der Düsenplatte nich gleichgerichtet, sondern seine Achse bei geringen Herstellungsfehlern so sta der Achse des Düsenträgers ab, da Brennstoffstrahl bei kleinen Maschiner einseitig an eine Zylinderwandung an kann. Der Brennstoffkegel ist gut zer die Brennstoffteilchen haben nur Durchschlagkraft; eine besonders feine förmige Zerstäubung erzielt man bei steigerung während des Spritzens.

Gute axiale Führung des Sprit erhält man selbst bei größeren Düs durch, daß man die Nadelspitze mit zylindrischen Teil in die Düsenplatte ragen läßt, doch ist dann der Sprit schmäler und die Zerstäubung sch Sie beginnt sofort beim Öffnen der und ändert sich bei Drucksteigerung w des Spritzens nur wenig. Bei der Vi düse mit Bohrungen von 0,5 mm Dmr. merkenswert, daß beim Anheben der nadel der Brennstoffstrahl unzerstäu den Löchern austritt. Das läßt sich be Düsendruck erreichen. Das Zerstäub einzelnen Strahlen tritt in einiger Entfernung von der Dü dann ein, wenn man den Druck in der Pumpe währe Spritzens steigert. Der Beginn des Zerstäubens rückt dal steigendem Druck an die Düse heran.

Die Mehrlochdüse verhält sich demnach genau wi offene Düse; das Zerstäuben ist offenbar nur eine Randwi der Bohrung und hängt nicht vom Druck, sondern nur v Drucksteigerung während des Spritzens ab. Die einzelnen len zerstäuben schlechter als bei der Einlochdüse, die schlagkraft der unzerstäubten Strahlen ist dagegen groß.

Das Gesagte bezieht sich auf Düsen, bei denen der liche gesteuerte Querschnitt für die austretende Brennstof der Ringraum zwischen Sitz und Nadel ist. Die Düse selb einen Ringquerschnitt dar, der sich entsprechend dem v Pumpe geförderten Brennstoff selbsttätig steuert. Der Nadel sehr gering. Um die Düsen im praktischen Gebrauch zu be wurde für drei verschiedene Formen des Verbrennungs der Brennstoffverbrauch in Abhängigkeit vom mittleren baren Kolbendruck aufgenommen. Die Form des Verdic raumes wurde durch Verwendung von drei verschiedene benaufsätzen verändert, Abb. 23. Die Zeichnung ent der Stellung des Kolbens in der oberen Totlage. Für jede des Kolbenbodens wurde der Enddruck der Verdichtu 22 at, der Druck in der Nadeldüse auf 200 at und der Aufl Pumpenrolle auf 40° vor dem oberen Totpunkt eingestel bei sich für Vollast ein Zünddruck von 38 bis 40 at erga

Bei der günstigsten Form I des Verbrennungsraum schwindet der Unterschied zwischen Mehrloch- und Einlo fast ganz. Der beste Verbrauch liegt bei 4,5 bis 5,6 at druck. Doch verläuft die Verbrauchskurve mit steigenden

ken so flach, daß der Verbrauch noch bis zu $p_e = 7$ at tig bleibt. Bei kompressorlosen Maschinen verläuft der nstoffverbrauch so flach, daß er im Mittel zwischen ½ Be- ng und 25 vH Überlast nur um 7 vH gegenüber dem günstig- Wert zunimmt.

Unmittelbar hinter dem Auspuffventil wurden auch die eraturen der Auspuffgase mit einem Stickstoffthermometer hoher Empfindlichkeit gemessen. Sie nehmen bis zu 0 PS linear bei steigender Be- ng zu und steigen im Gebiet berbelastung schneller an. Bei Versuchen war es nicht mög- die Auspufftemperatur von C unmittelbar hinter dem Aus- entil zu überschreiten, die günstigsten Betriebzustand Mitteldruck von 7,3 at ent- ht. Schon bei dieser Tempe- begann die Maschine nach 15 min zu rußen und zu en und im Brennstoffverbrauch lich zu schwanken.

ese Erscheinungen wiederhol- ch bei der flachen Form III des enbodens bereits bei 61 PS, was für solche Kolbenböden die ze der Belastbarkeit ist. Bei alten Maschine läßt sich da- die Leistung bis zu einem druck von 8,5 at steigern, ohne sich der Auspuff schwarz Die Temperaturmessungen also ein guter Anhalt für die eilung der Verbrennung in laschine. Die obere Grenze elastung ist bei den gußeiser- ngekühlten Kolben allein durch Temperatur gegeben, etwa bei n der Dunkelrotglut.

e Versuche haben ferner er- daß die Maschinen mit zerstäubung im allgemeinen Mitteldrücke als Maschinen ufteinspritzung zulassen. Man sie dauernd mit 6 at Mitteldruck betreiben und längere Zeit vH überlasten. Stoßartige Überlastungen bis zu 8,5 at druck läßt der vorhandene Luftüberschuß wohl auch noch och kann dann die Wärme durch gußeiserne ungekühlte nicht mehr genügend in die Zylinderwandungen abgeleitet rn.

Der Kolbenboden II ergab mit der Düse *a* etwas schlech- Verbrauch als der Boden I. Bei höherer Belastung n ferner Mehrlochdüsen nicht unwesentlich geringeren rauch. Die Einlochdüse mit zylindrischem Nadelansatz ist s die schlechteste. Der flache Boden III ist weniger ge- als der tiefausgehöhlte Boden I und auch bei diesem ist nlochdüse im Verbrauch der Mehrlochdüse unterlegen.

ie Versuche zeigen auch den großen Einfluß der Gestalt rbrennungsraumes auf den Verbrauch; je mehr sich der htungsraum der Kugel nähert, um so besser wird die nnung. Der tiefgezogene Kolbenboden zeigt keine beson- Nachteile, weder in bezug auf örtliche Erwärmung, noch ug auf die Erwärmung des Stangenlagers.

a die Spritzversuche keine Erklärung für die Notwendig- iherer Pumpendrücke gaben, mußte die Abhängigkeit des toffverbrauchs vom Druck in der Nadeldüse bei unver- cher Belastung besonders nachgeprüft werden. Unter- wurden nur die Mehrlochdüse und die Einlochdüse, . Steigert man bei gleicher Belastung den Düsendruck, so der Brennstoffverbrauch bei der Dreilochdüse bis zu bei der Einlochdüse bis zu rd. 210 at Düsendruck ab. eiter steigendem Düsendruck bleibt der Brennstoffver- ziemlich gleich und nimmt erst über rd. 260 at weiter ab.

n Gebiet der hohen Düsendrücke laufen die Verbrauchs- für verschiedene Belastungen parallel, im Gebiet der eren Drücke liegen sie immer weiter auseinander, derart, r Verbrauch für hohe Belastung bei niedrigen Düsen- ungünstiger wird. Die Kurven für die Einlochdüsen bei Düsendrücken über 230 at mit denen für Mehrloch- usammen; bei niedrigen Drücken ergeben sie ungünstigere

Die Drücke, zwischen denen sich der Brennstoffverbrauch um nicht mehr als 2 g/PS$_e$ h ändert, schließen den Unempfindlichkeitsbereich der Düse ein, den man im allgemeinen einhalten muß, um schlechte Verbrennung zu vermeiden sowie um den Vorteil der Unempfindlichkeit der Maschine gegen Schwankungen des Betriebes auszunutzen, und dem somit für die Beurteilung der Brauchbarkeit des Verfahrens im praktischen Betrieb große Bedeutung zukommt. Abb. 24 zeigt eine gewisse

Abb. 23. Versuche mit verschiedenen Düsen und Kolbenböden.

Überlegenheit der Mehrlochdüse gegenüber der Einlochdüse; denn die untere Grenze ihres Unempfindlichkeitsbereichs liegt tiefer, der Bereich ist ferner größer und der Verbrauch ist geringer als bei der Einlochdüse. Da sich das Unterschreiten der unteren Grenze des Unempfindlichkeitsbereichs ziemlich deutlich durch dunkle Färbung des Auspuffs kennzeichnet, so läßt sich der erforderliche Nadeldüsendruck leicht ermitteln.

Wärmetheoretischer Vergleich.

Zur Vervollständigung des Gesagten wurden die Ergebnisse der Untersuchungen an kompressorlosen Maschinen wärmetheoretisch mit denen einer Luftdieselmaschine von gleicher Leistung verglichen. Ist nämlich bei kompressorlosen Motoren

Abb. 24. Abhängigkeit des Verbrauchs vom Düsendruck bei Dreiloch- und Einlochdüsen.

die Verbrennung wirklich besonders gut, wie der niedrige Verbrauch und der flache Verlauf der Verbrauchskurven vermuten lassen, so muß diese Überlegenheit gegenüber der Luftdieselmaschine auch rechnerisch zum Ausdruck kommen.

Zahlentafel 1.

Vergleich							
Normaler Vierzylinder-Dieselmotor Nennleistung: 325 PS $D = 425$ mm, $s = 600$ mm, $n = 165$ Uml./min Vers. d. Württ. Rev.-Vereins, s. Güldner, III S. 552.				Kompressorlos. Vierzyl.-Dieselmotor Nennleistung: 360 PS $D = 360$ mm, $s = 580$ mm, $n = 250$ Uml./min Versuche vom 30. bis 31. 12. 1923.			
p_e . . at	0	1,28	5,03	p_e . . at	0	1,34	5,03
N_e . . PS	0	81	316	N_e . . PS	0	91	332
p_c . . at	33,5	33,5	33,5	p_c . . at	34,0	42,3	43,5
T_c . . ⁰abs.	1183	1371	1958	T_c . . ⁰abs.	1107	1363	1991
η_t . . vH	65,8	63,6	57,0	η_t . . vH	63,0	62,8	58,2
η_i . . „	36,2	44,1	45,3	η_i . . „	59,0	58,1	48,5
η_g . . „	55,0	69,4	79,5	η_g . . „	93,5	92,5	83,3
η_m . . „	0	50,6	77,1	η_m . . „	0	48,8	78,7
η_w . . „	0	22,3	34,9	η_w . . „	0	28,5	38,2
ϱ	1,35	1,59	2,41	ϱ	1	1	1,45
δ	10,34	8,79	5,82	δ	11,43	11,43	7,91
φ . . . vH	2,7	4,6	10,8	φ . . . vH	0	0	4,3

Eine Vergleichsrechnung hierfür hat Prof. Maier, Stuttgart, anläßlich der Prüfung einer kompressorlosen Vierzylindermaschine von 350 PS im Anfang dieses Jahres aufgestellt, s. Zahlentafel 1. Die theoretischen Diagramme sind für $p_a = 0,87$ at, $T_a = 325°$ abs, ein Verdichtungsverhältnis von $\delta = 11,43$ und einen Höchstdruck von 43,5 at abs berechnet.

Besonders wichtig ist der Gütegrad $\eta_g = \frac{\eta_i}{\eta_t}$, woran sich für kleinere Belastungen der Vorteil des kompressorlosen Betriebes zeigt[1]). Er nimmt im Gegensatz zur Luftdieselmaschine m nehmender Belastung zu und ist größer als bei Luft maschinen. Prof. Maier machte mit Recht darauf auf sam, daß die kalte Einspritzluft bei kleinen Belastungen a Wärmeausnutzung verheerend wirkt und wesentlich nied Gütegrade zur Folge hat. Auch in den Werten von δ zeigt sich der kompressorlose Betrieb wesentlich günstige

Die wirklichen Diagramme fallen gut mit den theoreti zusammen, ein Beweis für die vollkommene Verbrennung Wärmebelastung des Kolbens bei der angenommenen Ve tung von 25 at und dem angenommenen Zünddruck von ist nicht höher als bei der Luftdieselmaschine mit 33,5 at dichtung. Wenn die kompressorlose Maschine bei ungek Tauchkolben erheblich höher als die gleichbemessene Luft maschine überlastet werden kann, wenn z. B. die unter Maschine acht Stunden lang mit 40 vH Überlast ohne Neigun Kolbenfressen fahren konnte, so dürfte die Erklärung darin liegen, daß der Wärmezustand der Maschine bei voll lastung nicht höher und die Temperatur des Kolbens erh niedriger als bei Luftdieselmaschinen ist, weil die unmitt Beheizung des Kolbenbodens durch die bei der Luftdieselma entstehende Stichflamme fortfällt und die Verbrennung b kompressorlosen Maschine am besten verläuft, wenn die stoffteilchen gerade beim Erreichen des Kolbenbodens ver sind. Die Kolben von Maschinen, die längere Zeit hi stark belastet waren, lassen die Auftreffpunkte der Bren strahlen kaum erkennen und zeigen auch niemals die V risse, die man bei Luftdieselmaschinen beobachtet hat.

[1]) Aus den Diagrammen findet man den höchsten Verbrennun bis zu dem die Wärme Q_1' bei konstantem Volumen und Q_1'' bei kon Druck insgesamt also $Q_1 = Q_1' + Q_1''$ zugeführt wird. Entsprechend änderlichkeit der spezifischen Wärme erhält man Druck und Temper Ende der Verbrennung, der Verdichtung und der Expansion. Die Fl so verzeichneten Diagramms ist $A L$, der theoretische thermische W grad $\eta_t = \frac{A L}{Q_1}$. Der indizierte Wirkungsgrad η_i wird aus dem V berechnet, der Gütegrad des wirklichen Diagramms ist $\eta_g = \frac{\eta_i}{\eta_t}$.

[B

Großschiffahrt vom Rhein zum Bodensee.

Am 27. Juli d. J. fand in dem schweizerischen Hafenort Rorschach die ordentliche Tagung des Schiffahrtsverbandes Rhein-Bodensee statt. Die Rorschacher Versammlung, die im Anschluß an den Bericht in Z. Nr. 29 (E. Mattern, Der Ausbau des Rheins zwischen Basel und Bodensee) erhöhte Beachtung verlangt, erfreute sich eines starken Besuches. Seitens der badischen Regierung war Ministerialdirektor Dr. Fuchs erschienen, Württemberg hatte sein Fernbleiben entschuldigt, während Preußen, das wegen seiner Hohenzollernschen Lande (Achberg) Interesse an der Frage der Rheinschiffahrt bis zum Bodensee hat, und Bayern nicht vertreten waren. Der Präsident des Nordostschweizerischen Schiffahrtsverbandes, Dr. jur. Hautle, Hättenschwiller, hielt den Hauptvortrag über die Aussichten der Rhein-Bodensee-Schiffahrt, die er als günstig bezeichnete. Die ganze Frage muß natürlich von einer großen deutschen Volksgemeinschaft getragen sein. Der Plan bietet eine Reihe von großen Vorteilen. Bedeutsam ist die Tatsache, daß sogar in holländischen Schiffahrtskreisen größter Wert auf die Regulierung der Schiffahrt bis zum Bodensee gelegt wird, ebenso am Niederrhein. Die rheinisch-westfälischen Hüttenwerke und Kohlenzechen sind an der Frage ebenfalls wesentlich interessiert.

Die Rheinregulierung von Straßburg bis Basel ist Voraussetzung für den weiteren Ausbau des Stromes. Ein ausgezeichneter Entwurf hierfür ist in der letzten Zeit von Baden (Baurat Altmayer u. a.) herausgekommen. Er wird von den schweizerischen Technikern ausdrücklich gutgeheißen. Die Kosten müßten nach Ansicht von Dr. Hautle Frankreich und Baden tragen. Man sollte meinen, daß auch die Schweiz, Österreich, Württemberg, Preußen und Bayern Vorteil von einem Großschiffahrtsweg von Ruhrort bis Basel, Konstanz und Lindau ziehen und sich vielleicht auch an den Kosten beteiligen würden, wenn die allgemeine Finanzlage dies zuläßt. Baden will nun an diesem Entwurf nur unter der Bedingung mitwirken, daß die Schweiz ihre Beteiligung an dem Ausbau der Stromstrecke Basel-Bodensee zusagt. Die Stadt Basel, ein blühendes und reiches Gemeinwesen, hat schon beträchtliche Opfer gebracht und viele Millionen Franken für Verbesserung ihres Hafens aufgewandt. Binnen zweier Jahre werden dort weitere Hafenbecken ausgebaut, da sich in Basel Reedereien niedergelassen haben und eine Vergrößerung des Hafens einem offensichtlichen Bedürfnis entspricht.

Dr. Hautle wies in temperamentvollen Worten auf das erstrebenswerte Ziel hin: Freie Zufahrt vom Bodensee bis zum Weltmeer. Durch den Rhein-Herne- und den Mittellandkanal würde dann auch die höchst wichtige Verbindung von Berlin über und Weser, über Köln und Mannheim bis zum schwäbischen M schaffen. Überaus günstig werden dadurch die Möglichkeiten der gestaltung. Die Schiffbarmachung des Rheinstromes bis zum B bringt ohne Zweifel für ganz Mitteleuropa eine Verbilligung der tarife. Mit der Strecke Straßburg-Basel muß gleichzeitig di Basel-Konstanz-Bregenz gebaut werden. Die Schiffahrtskosten sich für lange Strecken, z. B. Köln-Rorschach oder -Friedri oder -Lindau, ganz außerordentlich günstig.

In Romanshorn fand darauf eine öffentliche Volksversammlu mit Vorträgen über die Bodenseeregulierung. Ingenieur M Schaffhausen, legte in seinem Bericht das Hauptgewicht auf de wasserschutz der Seeanwohner: Die Hindernisse beim Rheinab stehen in dem ungleichen Querschnitt des Stromes, auch ist be fluß aus dem Obersee der Seegrund sehr flach, besonders b lieben. Maiers Entwurf sieht Baggerungen vor. Vom Eschenz bis Stein am Rhein müssen allein etwa 2½ Mill. m³ wegg werden; der Aushub wird in einfacher Weise in den Untersee ver und dort versenkt. Die Kosten hierfür würden nur 8 Mill. Fr. b Es wird so ermöglicht, den Hochwasserspiegel um 1,20 m zu während Ministerialdirektor Fuchs kürzlich in Lindau mit rd. 3, verstanden war. Bei Rheinklingen soll ein bewegliches Wehr e werden. Wenn diese Korrektion durchgeführt ist, kann die jet von Dampfern befahrene Strecke Schaffhausen-Konstanz als ei ner Großschiffahrtsweg angesprochen werden.

Die jährlichen Betriebskosten dieser Strecke können durch elektrischer Energie mit der geringen Summe von nur 1 Rap gedeckt werden. Die Vorteile der Regulierung werden sich Rhein im Winter, wo der gletschergespeiste Oberrhein niedrige stände zeigt, bis nach Bingen und zur holländischen Grenze be machen.

Der zweite Berichterstatter, Oberingenieur Böhi von de bauleitung in Rorschach, forderte bei der Regulierung des B mehr Rücksichtnahme auf die Interessen der Schiffahrt. Die der Bodenseeanwohner müßten gehört und ihren Ansprüchen w entsprochen werden, aber die Belange der weiter unten am Wohnenden und namentlich der Kraftwerke, die uns ausge billige Kraft verschaffen, und der Schiffahrt sind natürlich wichtiger als die Interessen der Fischerei und einzelner Seea Böhi forderte einen höchsten Bodensee-Hochwasserstand von eine Niedrigwasserhöhe von 2,50 m. [N 616]

Lokomotivwerkstätten der Linke-Hofmann-Lauchhammer Aktiengesellschaft in Breslau.

Von Karl Bernhard, Berlin.

(Schluß von S. 895.)

Östliche Giebelwand. Abb. 18 bis 20 zeigen die ...rt der östlichen Giebelwand besonders im Zusammenhang ...er erwähnten Kranbahnfortsetzung ins Freie. Da die Wand ... im allgemeinen soweit wie irgend möglich zur Beleuchtung ...falle mit herangezogen, also fast ganz als Glaswand ausge...d ist, besteht sie eigentlich nur aus dem 2 m hohen Beton...l und der Umrah... sowie Aufteilung ...r erglasung. Durch ...ragwerk der Kran... ist die Breite der ...erkartigen Aus...ung für die mitt...e Pfeiler festgelegt ...mentsprechend die ...ektonische Umrah... und Gliederung ...anzen Giebelwand ...et. Die oberen ...linien folgen den ...ogen, die unteren ...ßen sich in Korb... an die Pfeiler. In ... der Bogenkämpfer ...e wagerechtes Band angeordnet, hinter dem sich der untere ...erband befindet, dessen Netz in dem Grundriß angegeben ist ...ch Konsolen gestützt wird. Außerdem ist die Glaswand durch ...enkrechte Ständer gestützt, die unten in dem Betonsockel ...ankert und oben zwischen zwei Dachfetten (s. Abb. 18) ge...sind. Wie bereits oben erwähnt, werden die Dachkehlen ...aufen vor den Stirnwänden durch Abfallrohre entwässert, ...d Tagewasser vom Dach mittels großer Zinkkessel abführen.

Diese werden durch Siebe, die zum Reinigen bequem herausnehmbar eingerichtet sind, vor Verstopfung geschützt, Abb. 21 und 22.

Von Bedeutung war beim Bau der östlichen Stirnwände, daß in der Mittelöffnung ungewöhnlich große Flächen für den Verkehr der Schwenkkrane mit ihren Lasten freigehalten werden mußten. Die beweglichen Verschlüsse bestehen aus je einem dreiflügeligen Tor und je einem oberen seitlich fahrbaren Schilde, also einem Schiebefenster, das hinter der Wand auf Rollen bewegt werden kann. Dadurch wird eine Öffnung von 7,13 m Höhe mit 4,70 m unterer Breite freigelegt. Das aus den Flügeln A, B und C bestehende Tor ist wegen der Seltenheit dieser Abmessungen in Abb. 23 bis 28 mit allen Einzelheiten zur Darstellung gebracht. Wegen des Karrenverkehrs ist jede Türschwelle vermieden, die Tore werden vielmehr durch Kralleneingriff an einbetonierten kurzen Dornen F_1, F_2 und F_3 festgestellt. Abb. 29 zeigt das darüber angeordnete Schiebefenster; es wird von einer von unten angetriebenen Welle bedient, die auf einen Triebstock wirkt. Dieses Fenster läßt nur einen geringen Schlitz für die Schleifleitung und etwas Raum neben den Kranbahnen frei. Es ist mit 6 mm dickem Drahtglas verglast. Durch einen Keil am Kran wird dieses Fensterschild verriegelt. Beim Zurückfahren des Kranes in die Halle wird die Verriegelung wieder freigegeben. Nur im verriegelten Zustand ist die Schleifleitung unter Strom, sie wird

Abb. 19. Grundriß.

Abb. 18 bis 20. Östliche Giebelwand ohne Ausmauerung.

Abb. 20.

Abb. 21 und 22.
Entwässerung der Dachkehlen vor der Giebelwand.

Nördliche Seitenwand. Die erw alte Wand D mit einer 9 m-Teilung ist fü Zwecke der neuen Halle derart umgebaut, daß nur die Fenster und Türen unter der Kra der 30 t-Laufkrane herausgenommen worden — sie sind an anderer Stelle des Hallen wieder eingebaut —, sondern daß von den M pfeilern soviel abgestemmt ist, wie nach Ma eingehender örtlicher und statischer Untersu unter Zugrundelegung aller neuen Lastve nisse, einschließlich der Anbringung je eines Schwenkkranes an jedem Zwischenpfeiler, en lich ist (s. Abb. 3). So sind hier rd. 8 m Öffnungen zwischen den neuen und alten stätten entstanden. Die beschriebenen Lau bahnträger ruhen auf hochgemauerten Pfeil sprüngen. Zum sicheren Aufnehmen der B kräfte sind die Kranbahnträger seitlich auf und Zug sicher mit der Wand verbunden, v Abb. 33 zeigt.

Südliche Seitenwand, Gale umbau und Blechschmiede. Wi Abb. 2 und 3 hervorging und bereits oben allg angegeben ist, werden die neuen Hallen s durch den umzubauenden Lokomotivzusamm nebst Galerie abgeschlossen. Die vorhandene hatte nur eine 6 m-Teilung gegenüber der 9 m lung der neuen Halle und erforderte zugleic der Höherlegung der Galerie einen schwieri aber auch lehrreicheren Umbau, auf den e lohnt, in Kürze hier hinzuweisen. Zunächst Abb. 34 den Aufbau dieser Wand am Eckpf (s. Abb. 2), wo der Bogenbinder 6 der neuen mit einem neuen Binder des Lokomotivzusa baues in einem auf den Eckpfeiler aufges eisernen Ständer zugleich gelagert bzw. anges sen ist. Es ist das die Stelle, an die die neue Blechschmiede an der südöstlichen Ecke des baues anschließt, Abb. 35. Abb. 36 zeigt einen Binder der höher zu gestaltenden Galerie am F pfeiler 18 (s. Abb. 2 und 3), nahe dem Westgiebel, mit eisernen Rauchrohrerhöhung über dem im alten gema Fensterpfeiler befindlichen Rauchrohr und Abstützun

wieder stromlos nach Freigabe der Verriegelung. Der Kran kann also auf der Strecke durch die Giebelwand nur fahren, wenn das Schild verriegelt ist. Im übrigen sei auf Abb. 46 (Textblatt 1) verwiesen.

Westliche Giebelwand. Der westliche Giebel ist ähnlich wie der östliche entworfen. Nur mit Rücksicht auf den zweistöckigen Einbau sind dessen Decken durch zwei wagerechte Bänder, Abb. 44 (Textblatt 1), gekennzeichnet und an diese angeschlossen. Der obere Teil der Giebelwand wird in den Mittelstützen B und C der Halle durch besondere Stäbe S_3 und S_4 abgestützt. Abb. 30 zeigt die Bauart der Wände im wagerechten Schnitt und Einzelheiten der Verglasung sowie auch der Ausmauerung. Die eisernen Füllstäbe des Eisenfachwerks sind grundsätzlich beim ganzen Bau 14 cm hinter die Flucht der Gurte gesetzt, damit die halbsteinstarke Ausmauerung ohne Störung des Verbandes glatt zwischen den Gurten möglich ist. Hierdurch wird eine ruhige und einheitliche Wirkung der Mauerflächen als Umrahmung und Unterteilung der großen Stirnflächen hervorgerufen und das Kleinliche und mauertechnisch Unpraktische vermieden, das die vielen schrägen Füllstäbe des Eisenfachwerks für die Außenarchitektur sonst mit sich bringen.

Abb. 31 und 32 zeigen einen Teil der westlichen Giebelwand mit den inneren Einbauten in ihrer allgemeinen Anordnung sowie den Anschluß an die bestehende Wand D der nördlich vor dem Hallenneubau liegenden Kesselschmiede.

Abb. 29. Schiebefenster im Ostgiebel.

Abb. 23 bis 28. Dreiflügeliges Tor im Ostgiebel.

Abb. 30. Grundriß der westlichen Giebelwand.

Abb. 31 und **32.** Westgiebel (von innen).

Abb. 35. Längsschnitt durch die erhöh[te] Galerie und neugebaute Blechschmiede mit Seitenansicht der Hallen.

Abb. 34. Schnitt durch die südliche Seitenwand am Pfeiler 3.

Abb. 33. Verankerung der Laufkranbahn mit der alten Wand D.

eisernen Rohres durch Konsole. Ferner zeigt der Binder die angehängten Konsolen für eine neue Kranbahn, die längs der ganzen Galerie einzubauen war und Hauptanlaß für die Erhöhung dieses Raumes gegeben hat. Diese konnte natürlich erst nachträglich angebracht werden, weil vorher das alte Dach unter dem Bau des neuen bestehen bleiben muß[te] zwecks Vermeidung jeglicher Betriebs[störung] erst nach vollständiger Eindeckung des Daches abgebaut werden durfte. Die Za[hl der] Oberlichter ist verdoppelt, die alten sind mitverwendet worden.

Die Höhe der Kranschiene war dadur[ch be]dingt, daß die auf dem Unterflansch des kranes laufende Katze mit ihrer Last bis in die neue Erweiterung über der schmiede gefahren und hier vor einen Katzenträger k (s. Abb. 35) gestellt konnte, auf dem sie auf den Balkon in de[r] lichen Halle über der Blechschmiede zu f[ahren] war; somit konnte die Last von deren weiter aufgenommen werden oder umgekehrt. Diese Anor[dnung] ist durch Abb. 37 näher erläutert. In Abb. 35 ist die Decke der neuen Blechschmiede dargestellt. Auf muß hier zurückgegangen werden, wenn man er[klären] will, daß der untere Raum der Blechschmiede, der mit

. 1,2 m hohen Unterzügen überspannt ist und in offenem menhang mit der neuen Halle steht, für die bessere tzung möglichst frei von Stützen zu halten war. Über lechschmiede ist der Raum in der ganzen Breite von it Dachbindern frei überspannt. Mit Rücksicht auf die chitektonischen Gründen angeordnete Abwalmung ist der rt entsprechend abgeschrägt (s. auch Abb. 4). Der Unter- egt überall wagerecht, so daß auch hier beliebige Kran- iger angehängt werden können zwecks Übergang der Gale- katzen. Auf Einzelheiten im Text weiter einzugehen, er- sich im Hinblick auf die beigefügten Abbildungen.

Heizung.

ie neuen Hallen haben eine Warmluftheizung, die itig auch den bestehenden älteren Nachbargebäuden dienen nter den Magazinräumen an der Westfront der südlichen II ist der Heizkeller, Abb. 38 bis 40, angeordnet, der gegen asser, das bis 1,90 m unter Hallenfußboden steigen kann, igst nach der Bauart der Berliner Untergrundbahnen abge- ist. Im Heizkeller stehen die Heizregister, die vom benach- Maschinenhaus den erforderlichen Niederdruckdampf er- und die Luft anwärmen. Diese wird von Gebläse- en in die zu beheizenden Räume gedrückt. Die Frisch- rd durch senkrechte Schächte zwischen dem Westgiebel Probegleis zugeführt (s. Abb. 38). Die Umluftzuführung aus den südlichen Gebäuden durch besondere Umluft- aus den neuen Hallen jedoch durch die durchbrochenen en des unteren Treppenarmes am Bureaueinbau. Unter Treppe ist auch der Maschinenraum zum Antrieb der oren angeordnet.

e erwärmte Luft wird durch einen Hauptverteilkanal em Eisenbahngleis in der Halle fortgedrückt. Von ihm Rohrkanäle für die warme Luft in der Mittellinie der eihen B und C rechtwinklig unterirdisch ab, was dank rdnung zweiteiliger Fundamente dieser Stützen möglich daß das Mauerwerk durchbrochen zu werden braucht. ler dieser Stützen der neuen Hallen steigt aus einem Meter hohen senkrechten Rohr mit entsprechenden auben die Warmluft in die Halle heraus, Abb. 43 tt).

ist die neue Halle ganz frei von Heizrohren geblieben, die Werkarbeit und die schönheitliche Wirkung dieser n Bedeutung ist. Die häufig übliche Anordnung dicker Enden zu dünner werdende Warmluftrohre mit ihren nd Schmutzablagerungen frei im Luftraum der Hallen ist ebenso unschön wie unhygienisch und immer nur ein Zeichen, daß die Heizanlage erst nach Fertigstellung der Halle überlegt und entworfen ist, was ich nicht anstehe, als einen groben mühelos zu umgehenden baulichen Schönheitsfehler zu bezeichnen. Die Heizung muß wie in jedem Gebäude vor Inangriffnahme der Ausführung der Baulichkeit mit allen Einzelheiten klar sein, um ihren Einbau mit dem Hallenbau konstruktiv und sachgemäß anzuordnen, was bei einer mit vielen Kranen auszurüstenden Halle noch von ganz besonderer Bedeutung ist.

altes Oberlicht
Rauchrohr
Laufkranbahn
RZ 244
Konsole
6,920
O.K. Kranschiene
Pf. 18
250 — 400 — 550

Abb. 36. Schnitt durch den Galeriebinder mit Hallenkranbahn.

Ausführung.

Die Grund-, Maurer-, Beton- und Eisenbetonarbeiten sind von der Firma Guido Simon, Breslau, bestens ausgeführt. Die etwa 1500 t umfassenden Eisenkonstruktionen sind von der Firma Beuchelt & Co., Grünberg i. Schles., geliefert und aufgestellt worden, die sich durch äußerst sorgfältige Vorarbeit und Durcharbeitung der Einzelheiten für das Gelingen des Neubaues besonders verdient gemacht hat.

In Abb. 41 (Textblatt) sieht man die Heizkelleranlage und den Verteilungskanal im Bau sowie die Aufstellung der Mittelstützen und des anschließenden Krantragwerkes. In Abb. 1 (s. S. 890) sind die Aufstellungsarbeiten des Krantragwerkes mit Hilfe einer fahrbaren, eisernen Hilfsbrücke zu erkennen. Auch bemerkt man hier die nördliche Wand der Kesselschmiede mit ihren eingearbeiteten Auflagernischen für die Hallenbinder und den aufgemauerten Auflagerpfeiler der seitlichen Kranbahnträger. Abb. 1 zeigt die fast vollendete Montage der Halle und Umbauten der Seitenwände. Abb. 42 zeigt die Innenansicht der Eisenkonstruktion der Blechschmiede mit Balkon und Katzenträger, Abb. 43 die fertige Halle mit der Innenansicht der westlichen Giebelwand und vor ihr die zweistöckigen Bureau- und Magazineinbauten. Hier erkennt man auch am deutlichsten die senkrechten Warmluftrohre innerhalb der Mittelstützen. In gleichem Zustande zeigt das Titelbild (S. 889) die Halle von NW nach SO mit der Abschlußwand an der Lokomotivmontage. Abb. 44 stellt den Westgiebel dar, links ist das bestehende Maschinenhaus, rechts vor dem Betonsockel der Frischluftgraben für die Heizung zu erkennen. Abb. 45 zeigt den Ostgiebel mit der Fortsetzung der mittleren Kranbahntragwerke und links den Neubau der anschließenden Blech-

O.K. Schiene
⅃L 70·70·7
2013
Holzpuffer
Kran
I NP 32
RZ 244
473

Abb. 37. Fester Katzenträger zur Verbindung von Galerie und Südhalle.

Abb. 38 bis 40.
Warmluftheizung der neuen Halle und der Nachbarwerkstätten.

schmiede. Der Gesamteindruck der rein sachlichen Ingenieur-Architektur darf getrost der Beurteilung im Sinne neuzeitlicher Eisenbaukunst Stand halten. Abb. 46 schließlich zeigt im besonderen den von der Firma Carl Flohr, Berlin, gelieferten fahrbaren Schwenkkran beim Durchgang durch die oben eingehend dargestellten Öffnungen in der östlichen Giebelwand mit ihren großen Toren und Schiebefenstern.

Schluß.

Aus der hier vorgeführten Darstellung einer großen Werkstatt mit allen neuzeitlichen Ansprüchen an Tageslicht, Lüftung, Heizung und Ausstattung mit schweren und schnellarbeitenden Lauf- und Schwenkkranen aller Art, an infolgedessen konstruktiv und statisch, baulich und wirtschaftlich nicht ganz einfache Durchbildung sowie an Entwurf und Ausführung auch der G bauten unter und über Wasser dürfte hervorgehen, daß ein Bau weder Sache des Maschineningenieurs und noch we des Architekten ist; diese werden leider häufig zusamme nötigt, derartige Bauwerke mit bestechenden, aber mit dem Z und dem Bau der Anlage nur in losem Zusammenhang s den Außenseiten zur Ausführung zu bringen, und bedienen nur gelegentlich des Bauingenieurs, den ihnen die Untern „kostenlos“ zur Verfügung stellen müssen. Die Bearbeitun Leitung in neuzeitlichem Sinne ist ausschließlich Sache des ingenieurs, der mit dem Betriebsingenieur und bei entspr dem Können möglicherweise ohne Architekten zur Lösung artiger Aufgaben durch seine ganze Berufsbildung heranzu ist. Das sollte hier auch nicht ohne die Bemerkung h gehoben werden, daß bei der Neuordnung des Hochschu planes der Industrie- und Fabrikbau mit seinen bedeutenden gaben nicht in das Lehr- und Fachgebiet des Maschinen und der Architektur, sondern mehr in das des Bauinge wesens gehört, jedenfalls aber von einem erfahrenen Bauing gelehrt werden sollte, der Sinn und Begabung für die kü rische Seite des Lehrgebietes besitzt. [B 2

Neue englische Turbolokomotive.

In England hat man im Anfang dieses Jahres eine neue Turbolokomotive gebaut[1]). Leider liegen keine näheren Versuchsergebnisse vor, jedoch seien einige bauliche Eigentümlichkeiten mitgeteilt. Das Äußere der von der North British Locomotive Co. Ltd., Glasgow, gebauten Maschine zeigt wenig. Die Lokomotive ist nach englischer Art sehr geschlossen aufgebaut und macht eher den Eindruck einer elektrischen Lokomotive als den einer Dampflokomotive.

Während Krupp und Ljungström sich bei der Ausbildung ihrer Turbolokomotive noch ziemlich eng an das Vorbild der Kolbendampflokomotive hielten und Lokomotive und Schlepptender grundsätzlich trennten, ist der Erbauer der neuen englischen Lokomotive einen gänzlich andern Weg gegangen. Kessel, Kondensator, Wasserbehälter, Kohlenbunker, Hilfsmaschinen usw. sind auf einem durchgehenden Rahmen angeordnet, der auf zwei Drehgestellen mit je zwei Lauf- und zwei Treibachsen ruht. Über dem hinteren Drehgestell ist die Hochdruckturbine und über dem vorderen die Niederdruckturbine angeordnet, die ihre Bewegung je durch ein doppeltes gekapseltes Rädergetriebe auf die Treibachsen übertragen.

Kessel und Überhitzer ruhen auf dem hinteren Teil des Rahmens. Durch diese Anordnung wird verhindert, daß bei Vorwärtsfahrt der Führer durch Dampf und Rauch, die sich besonders bei den hochgebauten Maschinen gern vor dem Führerstand niederschlagen, gestört wird. Eine Blasvorrichtung ist ebenso wie bei Krupp und Ljungström vorhanden. Der auf dem Vorderteil des Rahmens sitzende Kondensator hat Luftkühlung. Eine besondere Einrichtung für die Luftzuführung und eine gute Zerstäubung des sich niederschlagenden Dampfes sollen ein hältnismäßig hohe Luftleere erzeugen. Der Niederschlag wird Durchlaufen des Zwischenvorwärmers, wo er Wärme vom Abdamp nimmt, und des eigentlichen Vorwärmers mittels einer Umlaufpum den Kessel zurückgedrückt. [N 672] Dr.

[1]) Vergl. Railway Age Bd. 77 (1924) S. 107.

Neuartiger Großraum-Kesselwagen ohne dur gehenden Rahmen.

Die außergewöhnliche Bauart dieses von der Firma Rheinmet bauten Wagens besteht darin, daß ein Hauptrahmen, der bei so Kesselwagen als Träger des Kesselkörpers dient, in Fortfall gek ist. Die Überlegung, die zu dieser Bauart für den Kesselwagen ging davon aus, daß ein Kesselkörper von den hier aus Raumg erforderlichen Abmessungen hinreichend starr sein müsse, um all ihn entfallenden statischen und dynamischen Beanspruchungen Überschreitung zulässiger Grenzen gewachsen zu sein. Des weitere das Bestreben dahin, die größtmögliche Nutzlast bei geringstem gewicht und bei vorgeschriebenem Achsdruck zu erzielen.

Der Kessel stützt sich mit zwei an seinen Enden mit ihr vernieteten Flußeisenformguß-Sattelstücken unmittelbar auf die achsigen Drehgestelle, wobei diese Abstützung auf den Gestell vorgesehen ist, daß eine Dreipunktaufhängung entsteht.

Neu ist ferner, daß die Sattelstücke nach den Kesselende als Pufferbohle ausgebildet sind.

Die Drehgestelle von 1700 mm Radstand sind zweiachsig nach kanischer Bauart. Der Rahmen ist nach einem neuen Verfahre einem Stück Preßblech hergestellt. [N

Karl Bernhard: Lokomotivwerkstätten der Linke-Hofmann-Lauchhammer Aktiengesellschaft in Breslau.

Abb. 41. Heizkelleranlage mit Grundwasserverdichtung.

Abb. 42. Blechschmiede mit Balkon und Katzenträger.

Abb. 43. Innenansicht mit westlicher Giebelwand.

Abb. 44. Außenansicht der westlichen Giebelwand.

Abb. 45. Außenansicht der östlichen Giebelwand.
Links Blechschmiedeanbau. Rechts alte Kesselschmiede.

Abb. 46. Schwenkkran bei der Fahrt
durch den östlichen Giebel.

August Föppl †.

urch das vielen gewiß unerwartete Hinscheiden von August Föppl hat wissenschaftliche Technik ihrer hervorragendsten eter und Förderer, die Technische Hochschule München ihrer gefeiertsten Lehrer ren.

ugust Föppl wurde am anuar 1854 als Sohn eines arztes zu Groß-Umstadt in n geboren, empfing seinen Unterricht in der Dorfe und wurde daneben von m Vater und dem Pfarrer ie höhere Schule vorbereitet. Besuch des Realgymna- in Darmstadt bezog er die e Technische Hochschule Studierender des Bauingewesens, ging aber bald Stuttgart, um Otto Mohr ören, und beendigte sein m nach dessen Wegberuvon dort 1874 in Karlsruhe. einer kurzen Staatsbaueit in Baden und Erledi seines Militärdienstes über er, da die durch die Grünt stark geschwächte Induwenig Aussichten bot, eine telle an der Baugewerk- zu Holzminden und von b eine solche an der städti Gewerbeschule in Leipzig, bis 1892 bekleidete. Hier ete er auch 1878 seinen Hausstand mit Emilie geb. k, mit der er in vorbildlicher Ehe bis an sein Ende lebte. Söhne, die im Beruf ihrem Vater folgten, und zwei Töchter, enfalls an hervorragende Ingenieure und Professoren verret sind, entsprossen diesem glücklichen Bunde.

Der naturgemäß ganz elementare Lehrbetrieb in Leipzig Föppl nicht auf die Dauer befriedigen. Sein Forschungsdrängte ihn zunächst auf die selbständige Durcharbeitung ner Teile der Baukonstruktionslehre, woraus die beiden ausneten Schriften „Theorie des Fachwerkes“ 1880 und rie der Gewölbe“ 1881 hervorgingen. Beide enthalten eine Reihe neuer und selbständiger Untersuchungen, die seitdem technische Literatur übergegangen sind. Beide Schriften n übrigens von der Philosophischen Fakultät der Univer-Leipzig als wissenschaftliche Dissertation für die Doktortion Föppls anerkannt. Dem unmittelbaren Lehrbetrieb te Föppl sodann seinen in zwei Heften 1890 erschienenen iden und Aufgabensammlung für den Unterricht in der andten Mechanik“, der über das Gesamtgebiet einen vortreff Überblick gewährt und von dem Lehrgeschick des Ver- ein beredtes Zeugnis ablegt.

Die inzwischen fortgeführten Studien Föppls über Fach erfuhren einen kräftigen Anstoß durch den Mönchensteiner eneinsturz, unter dessen Eindruck die originelle Monoe über „Das Fachwerk im Raume“ 1892 hervorging. Diese enthält im Gegensatz zu den früheren Arbeiten wenig Rech-, aber eine äußerst anschauliche Darstellung der zum Teil verwickelten Verhältnisse und die Klärung einer Anzahl strittiger Punkte.

Die umfassende literarische Tätigkeit Föppls wurde seit Doktorpromotion von einigen Mitgliedern der Universität pg mit Teilnahme verfolgt und hatte 1892 seine Berufung o. Professor für landwirtschaftliche Maschinenkunde zur in die sich Föppl allerdings erst einarbeiten mußte. Daß ies in der kurzen Zeit seiner Wirksamkeit gelungen ist, en nicht allein seine Versuchsberichte, sondern auch eine über Bodenbearbeitung. Seinen wissenschaftlichen Neigunlerdings entsprach dieses vorwiegend empirische Arbeitsauf die Dauer ebensowenig wie der vorhergegangene Untern der Gewerbeschule. Durch Vermittlung des Physikers emann, der den ungewöhnlichen mathematischen Scharfsinn Föppls erkannte, wurde diesem die Berichterstattung über theoretische Abhandlungen aus der Elektrizitätslehre für die Beiblätter zu den Annalen der Physik angeboten. Darunter waren die Arbeiten von Heaviside über die Maxwellsche Theorie, an die sich wegen der darin verwendeten Vektorrechnung und -schreibweise niemand heranwagte.

Durch das Studium dieser Abhandlungen wurde Föppl nicht nur völlig für die eben erst durch die klassischen Versuche von Hertz bestätigte Theorie gewonnen, sondern auch zur selbständigen Darstellung der Theorie in der „Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität“ 1894 veranlaßt, die in Physikerkreisen mit Freude und Dank begrüßt wurde und zur raschen Verbreitung der neuen Lehre in Deutschland sehr viel beigetragen hat. Die ganze eigenartige Anordnung und rein vektorielle Behandlung des Stoffes, für die es zunächst keine Vorbilder gab, wirkte um so überraschender, als sie nicht von einem Physiker, sondern von einem Ingenieur herrührte. Jedenfalls erkannte man bald, daß man es mit einer ungewöhnlichen Leistung eines Mannes zu tun hatte, der, auf festem Grunde stehend, mit scharfer Kritik alle Vorurteile abstreifte und neue Wege wies.

Die Technische Hochschule in München, die nach einem Ersatz für den kurz vorher verstorbenen Bauschinger suchte, legte gerade Wert auf eine derartige wissenschaftliche Selbständigkeit und bot Föppl mit der Professur der Mechanik und der Leitung des mechanisch-technischen Laboratoriums einen Wirkungskreis an, den er selbst schon lange ersehnt hatte. Man kann wohl sagen, daß niemand eine bessere Vorbereitung für dies Amt mitbrachte als Föppl, und daß der Beginn seiner Lehrtätigkeit in München einen Wendepunkt für die technische Mechanik bedeutete.

Föppl erkannte sofort, daß die bis dahin übliche Behandlung dieser wichtigsten Grundlage aller technischen Arbeitsgebiete der neuzeitlichen Entwicklung der Technik nicht entsprach, und stellte erheblich höhere Anforderungen an sich und seine Zuhörer. Er führte nicht nur die ihm von der Maxwellschen Theorie geläufige Vektorrechnung in die Mechanik ein, sondern ging in dieser sogar bis zur Verwendung der Lagrangeschen Gleichungen für die verschiedenen Freiheitsgrade, die man bisher nur in Schriften über analytische Mechanik gesucht hatte. In der Hydromechanik und der Elastizitätslehre scheute er nicht vor den partiellen Differentialgleichungen zurück und konnte damit Probleme behandeln und anschneiden, die in der Folge eine große Bedeutung gewannen.

Natürlich wurde dieser höhere Standpunkt gelegentlich als über das technische Bedürfnis hinausgehend angefochten und bekämpft, während von der mathematischen Seite unter Verkennung der wissenschaftlichen Arbeitsteilung sogar noch eine größere Strenge gefordert wurde. Föppl ließ sich hierdurch indessen nicht auf seinem Wege beirren, und der Erfolg hat ihm schließlich Recht gegeben. Sein Unterricht hat das gesamte Lehrgebiet der Mechanik neu belebt und völlig umgestaltet; seine Anregungen fielen auch in der ausführenden Technik auf fruchtbaren Boden und befähigten seine Jünger zur selbständigen Lösung der zahlreichen neu auftretenden Probleme des Maschinenbaues. Er selbst erklärte im Jahre 1894 die rätselhafte Selbsteinstellung der Lavalturbinen-Welle und erschloß damit das weite Gebiet der kritischen Drehzahlen.

Im Jahre 1898 erschien seine „Festigkeitslehre“ als dritter Band seiner „Vorlesungen über technische Mechanik“ und fand

alsbald auch außerhalb seiner Zuhörerschaft eine freudige Aufnahme. In diesem überaus klar und lebendig, oft im Unterhaltungstone geschriebenen Werke ging Föppl bis zur Behandlung der Härte nach der Hertzschen Theorie, während in der den vierten Band bildenden „Dynamik" die Theorie der Schwingungen eine große Rolle spielte und z. B. das Doppelpendel mit den Lagrangeschen Gleichungen untersucht wurde. Die dann folgenden Bücher „Einführung in die Mechanik" Bd. I und „Graphische Statik" Bd. II waren viel elementarer gehalten, obgleich im letzteren ein erheblicher Teil der älteren eignen Forschungen aus der Theorie der Fachwerke Aufnahme fand.

Nach Abschluß der ersten Auflage des Werkes entschloß sich Föppl auf Grund seiner Lehrerfahrungen zur Bearbeitung zweier Ergänzungsbände über „Höhere Elastizitätslehre" 1907 und „Höhere Dynamik" 1910, in die er dann die schwierigeren Teile der Gebiete unter gleichzeitiger Entlastung der zahlreichen Neuauflagen der Bände III und IV aufnahm. Er gewann dadurch Raum u. a. zur ausführlichen Behandlung der ebenen Elastizitätsprobleme mit der Airyschen Spannungsfunktion und der von ihm mit Vektoren durchgeführten Kreiseltheorie, für die er insbesondere durch seine Beschäftigung mit dem Schlickschen Schiffskreisel und die Teilnahme an Bordversuchen mit diesem Kreisel (1903) eine besondere Vorliebe gefaßt hatte. Der allerdings mathematisch vorzüglich begabte Bauingenieur und Statiker Föppl war damit zum ausgesprochenen Dynamiker geworden und rechtfertigte so am besten seine Lehrtätigkeit innerhalb der Maschinenbauabteilung seiner Hochschule.

Neben seinen Vorlesungen und seiner literarischen Arbeit lief die Leitung des Festigkeitslaboratoriums, wo er zahlreiche Versuche selbst anstellen ließ und überwachte, insbesondere zur Prüfung der Folgerungen theoretischer Ansätze. Hierüber geben eine Reihe von ihm herausgegebener Hefte der Mitteilungen des Institutes ausführliche Auskunft, auch verwandte er gern die so gewonnenen Ergebnisse in seinen Büchern zur praktischen Ergänzung und Belebung des theoretischen Vortrages. Die letzten derartigen Versuche waren der Erprobung seiner Näherungstheorie der Verdrehung von Balken mit Querschnitten gewidmet, die sich aus mehreren schmalen Rechtecken zusammensetzen.

Dieses Rechnungsverfahren war zuerst in den Abhandlungen der bayerischen Akademie der Wissenschaften erschienen, die Föppl als einzigen Ingenieur als ordentliches Mitglied au nommen hatte. In der letzten Zeit hat er an dieser Stelle meh seiner elastizitätstheoretischen Arbeiten veröffentlicht; aber a eine sehr schöne, wesentlich vervollkommnete Wiederholung Foucaultschen Kreiselversuches zum Nachweis der drehung und daran anschließend eine Studie „Über absolute relative Bewegung" 1914, worin er den Gedankengängen der zeitlichen Relativitätstheorie nahe kommt. Leider kam F nicht wieder auf die Elektrodynamik zurück und mußte die bearbeitung seines bahnbrechenden Buches in die Hände M. Abraham legen, bei dem es unter Beibehaltung seiner Gru züge sowie nach Ergänzung durch einen zweiten Band Elektronentheorie und Strahlung zum klassischen Lehrbuch di Gebietes geworden ist und in hohem Maße zur Verbreitung Vektorrechnung in Deutschland beigetragen hat.

Föppls erfolgreiche Tätigkeit fand naturgemäß die übl Anerkennung der vorgesetzten Behörde, während ihm die T nische Hochschule Darmstadt und zuletzt noch bei seiner Em tierung die Bauingenieurabteilung der Münchener Hochschule Titel eines Dr.-Ing. eh. verlieh. Er hatte noch die Freude, seinem 70. Geburtstage, am 25. Januar dieses Jahres, aus Händen seiner Söhne, Schwiegersöhne und zahlreicher Sch die ihm gewidmeten „Beiträge zur technischen Mechanik technischen Physik" entgegenzunehmen[1]) und die Saat aufge zu sehen, die er in seinem Leben ausgestreut.

Obwohl Föppl durch die immer neuen Auflagen se Vorlesungen vollauf beschäftigt zu sein schien, fand er d unterstützt von seinem Sohn und Nachfolger Ludwig, in den ten Jahren Zeit zur Bearbeitung einer unter dem Namen „Dr und Zwang" in zwei Bänden 1920 erschienenen höheren Elas tätslehre für Ingenieure, welche die neuesten Forschungen diesem Gebiete kritisch behandelt, durch eigene Untersuchun ergänzt und somit eine willkommene Ergänzung des Bandes V Vorlesungen bildet. Daß von diesem Werke trotz seines schw gen Inhaltes jetzt die zweite Auflage herauskommt, ist ein Be für seine Brauchbarkeit und für den heutigen hohen Stand wissenschaftlichen Technik, um die sich wenige Männer so Verdienste erworben haben wie August Föppl. [P 63

H. Loren

[1]) Vgl. Z. Bd. 68 (1924) S. 661

Selbsttätiges Wasserkraft-Elektrizitätswerk[1]).

Die Entwicklung selbsttätig arbeitender Wasserkraft-Elektrizitätswerke nimmt ihren Fortgang. Nach der Anlage der New England Power Co. in Searsburg, die 5000 kVA bei 2300 V und 60 Per./s hergibt, ist nunmehr ebenfalls in Amerika für die Adirondack Power & Light Co. in Sprite Creek, nahe der Ausmündung des Canada-Sees und ungefähr 20 km nordöstlich von Little Falls im Staate New York, eine derartige Anlage in Betrieb genommen, deren Leistung 7300 kVA bei 6000 V und 60 Per./s beträgt.

Betrieblich unterscheidet sich die neue Anlage insofern von der in Searsburg, als hier durch die Verbindung eines Zeitschalters, eines Vorflutschalters und des Netzschalters des empfangenden Unterwerks die Stromlieferung erst zu einer bestimmten Tageszeit einsetzen kann und außerdem noch abhängig davon ist, ob der Vorfluter dann die zum Einschalten erforderliche Höhenlage erreicht hat, während das Sprite Creek-Werk jederzeit und ohne Vorbehalt betriebsbereit ist. Zeitschalter und Vorflutschalter fehlen also hier, dieser allerdings nur, weil der Canada-See ein so großes Nachfüllbecken ist, daß sich besondre Maßnahmen hinsichtlich des Anlaufbedarfs der Turbine erübrigen.

Das Werk wird angelassen durch Einlegen des Netzschalters in dem zugehörigen, für 66 000 V eingerichteten Unterwerk Inghams; dieses ist rd. 12 km von Sprite Creek entfernt. Nach erfolgtem Netzanschluß wird ein Spannungstransformator von 220 V Niederspanung erregt, der zwischen den großen Transformator und den Ölschalter des noch unerregten Stromerzeugers eingebaut ist. Die Erregung des Hilfstransformators wirkt auf zwei Relaisspulen; die eine ist mit dem Erregerkreis des Stromerzeugers verbunden und öffnet ihn, die andere mit einer Blockung, die bis dahin die Schleusentore in Verschlußstellung gehalten hat. Gleichzeitig wird zwei weiteren Spulen Spannung gegeben, die die Wasserbremsen an den Maschinen lösen, indem sie den Zulaß des Schützenwassers abschneiden, unter dessen Einfluß die Bremsen Bremsdruck geben. Die Entblockung hat inzwischen die Turbinenschützen geöffnet, die für 30 bis 40 vH der vollen Öffnung ausbalanziert sind. Weiteres Öffnen erfordert besonderen Kraftaufwand, ebenso auch das Wiederschließen.

Der Maschinensatz läuft nun an und kommt auf 95 vH seiner synchronen Umlaufzahl. Der Erregerkreis bleibt noch immer offen, obwohl die Erregermaschine mit der Turbinenwelle unmittelbar gekuppelt ist und demzufolge mit ihr die gleiche Umlaufzahl hat. Dagegen wird von der Relaiseinrichtung jetzt der Hauptschalter des Wasserwerks das Netz des Unterwerkes geschaltet, und dieses bringt den St erzeuger in bekannter Weise als Synchronmotor auf volle Umlauf Dann erst wird die Erregung des Stromerzeugers geschlossen damit die Anlage für den Betrieb bereitgestellt.

Das Ausschalten wird durch Öffnen des Hauptschalters Inghams eingeleitet. Der Stromerzeuger läuft leer. Dabei müssen Netzschalterrelais den Hauptschalter in Offenstellung fallen lassen. ist die ganze 220 V-Hilfseinrichtung frei von Erregung und stellt früheren Einstellungen wieder her. Die Schleusen werden durch Öldruck geschlossen, die Bremsen erhalten Schützenwasserdruck.

Die Erzielung des nötigen Brems- und Öldruckes waren der schwierigsten Erfordernisse bei der Einrichtung der Anl Ein merklicher Öldruck muß unmittelbar nach dem Anlassen handen sein. Eine motorgetriebene Ölpumpe hätte aber ein be deres Übertragungsnetz erfordert. Das vertrug sich nicht mit der gemeinen Steuerungseinrichtung der Anlage. Eine Öldruckspeiche im Schließabschnitt schien nicht sicher genug. Die Lösung wurd der oben erwähnten unausgeglichenen Schleusentoranordnung un einem Schützenwasserdruck von 125 m Wassersäule für die Anfa öffnung gefunden. Dieser Druck ist beim Anlassen stets vorhan Die Ölanlage des Stromerzeugers ist ohne Luftraum in sich geschlos und es genügen wenige Umläufe beim Anlauf, um mittels einer rie getriebenen Ölpumpe den nötigen Öldruck zu erhalten, der nun bis Stillsetzen des Maschinensatzes anhält. Als Bremsen wären L bremsen am erwünschtesten gewesen. Es ergab sich hier jedoch zweckmäßig ausführbar eine ähnliche Lösung wie beim Antrieb Ölpumpe durch das Schützenwasser. Nun ist aber Wasser nicht elastisch wie Luft. Deshalb wurde der Wasserdruck gegen ein in ei geschlossenen Gehäuse angeordnetes Luftkissen geleitet.

Selbstverständlich ist bei der neuen Anlage keine willkürliche lastungsänderung möglich. Die Belastung muß vielmehr vorau stimmt werden und bei der täglichen Besichtigung der Anlage von H am Stromerzeuger vorbereitet sein. Die Betriebsicherheit ist d mehr als zwanzig verschiedene Schutzrelais in jeder Beziehung gew leistet. Jede Störung irgendwie bedenklicher Art setzt die Anlage Der Wasserstand soll die Anlage im allgemeinen nur zu den un stigsten Jahreszeiten zu einer sich auf Stunden erstreckenden He minderung ihrer vorgesehenen 24-Stundenleistung zwingen. Der St erzeuger ist in stehender Anordnung ausgeführt. [N 635]

[1]) „Electrical World" Bd. 83 (1924) S. 1319.

RUNDSCHAU.

Aus dem Ausland.

Elektrotechnik.

Der Calverley-Highfield-Umformer.

Unter den zahlreichen Gegenständen der Elektrotechnischen Aus-
-lung auf der britischen Weltschau in Wembley dürfte kaum einer eine
-he Beachtung verdienen wie der Calverley-Highfield-Umformer der
-glish Electric Co. Ltd., London.

Dieser Umformer dient zur Umwandlung von Zwei-, Drei- oder
-rphasenstrom üblicher Maschinenspannung, z. B. 6000 bis 11 000 V,
gebräuchlicher Frequenz (15 bis 50 Per./s) in Gleichstrom beliebiger
-nnung, z. B. 100 000 V. Der gewonnene Gleichstrom kann bei einer
-artig hohen Spannung als Energieübertrager in eine Fernleitung ge-
-ckt werden. Am andern Ende dieser Fernleitung wird der Gleichstrom
-derum in einen Umwandler geleitet und in Zwei-, Drei- oder Mehr-
-senstrom beliebiger Spannung und Frequenz verwandelt. Außerdem
ist es möglich, mit Hilfe eines zweiten Umwandlers hieraus wiederum
Gleichstrom beliebiger Spannung zu erhalten, z. B. für Gleichstrom-
-hspannungsbahnen, Niederspannungsnetze mit Akkumulatorenaus-
-gleich u. dgl. Selbstverständlich ist es auch möglich, Maschinenwechsel-
-strom durch einen einzigen Umwandler in Gleichstrom zum unmittelbaren
Gebrauch (Licht, Motoren, Bahnanlagen) umzuformen. Zwei Umwandler
-nen als Frequenzwandler zusammengeschaltet werden. Im folgen-
-den sei das Wesen der neuen Maschine näher erläutert. Die Unterlagen
-er Beschreibung stützen sich auf die Durchsicht der folgenden briti-
-schen Patentschriften:

Nr. 140 853, Grundsätzliche Schaltung; Nr. 150 824/5, Reihenschaltung
mehrerer Kommutatoren zur Erzeugung hoher Gleichstromspannung;
Nr. 180 045, Konstruktive Anordnung des Kommutators; Nr. 182 895 desgl.

Aus Abb. 1 ist das Wesen des Umwandlers durch eine Zeichnung
-er Hand der britischen Patentschrift Nr. 140 853 zu erkennen. Wir sehen
-s einzelne Transformatoren A bis F. Die Primärspulen von B, D
F sind ungeteilt, ihre Windungszahl sei $= W$. Diejenigen von A,
und E sind zur Hälfte geteilt. Die Windungszahlen jeder dieser Halb-
-pen verhalten sich zu der Windungszahl von B usw. wie $\frac{W}{\sqrt{3}} : W$.
-esamt liegen also auf den Primärkernen von A, C und E $\frac{2}{\sqrt{3}}$ mal
-el Windungen wie auf B, D und F. Die Sekundärkerne aller Trans-
-matoren tragen je zwei Halbspulen 1, 1a, 2, 2a usw. bis 6, 6a, die,
-einander gleich, wie die Spulen eines Grammeringes an einen fest-
-enden Kommutator K angeschlossen sind, so daß also der Sekundär-
-in sich geschlossen ist. Zu beachten ist, daß der Wicklungssinn
-1, 2, 3 usw. dem von 1a, 2a, 3a usw. entgegengesetzt ist.

Nehmen wir an, der eingeleitete Dreiphasenstrom mit den Span-
-en x, y und z habe die Vektorenlage der Abb. 2, so werden nach
-Schaltung, Abb. 1, die wirksamen Spannungen in den Kernen A
-s sich jeweils zusammensetzen, wie es die Abb. 3 bis 8 andeuten.
-b. 3 gilt für Kern A, Abb. 4 für Kern B, usw.

Durch die Sekundärwindungen 1 bis 6a läuft nun ein sinus-
-ger Kraftfluß, der sich mit der Primärfrequenz fortbewegt. Abb. 9
-ei die wirksamen Spannungen in den einzelnen Spulen, auf eine
-enlage b—b' bezogen. Erhält der Kommutator K einen mit der
-ärfrequenz synchron umlaufenden Bürstensatz b—b_1, so ist ersicht-
-daß man an ihm einen Gleichstrom abnehmen kann.

Die Höhe der Gleichstromspannung ist bestimmt durch das Über-
-ungsverhältnis der Transformatoren A bis F und nur begrenzt
-die Isolation der Kernspulen, der Kommutatorsegmente gegen
-Kommutatorbüchse und die Isolation der umlaufenden Bürstenhalter
-der den Gleichstrom abnehmenden Schleifringeinrichtung gegen
-Welle (Erde). Die schwächsten Punkte bilden hierbei die umlaufen-
-en Bürstensätze; sie begrenzen daher die Höhe der Gleichstromspan-
-ung. Die Schleifringe sind weniger bedenklich.

Eine Überlegung zeigt, daß man mehrere Kommutatoren hinter-
-ander schalten kann, wenn man z. B. die Bürste b_1 des Kommu-
-tators durch eine mitumlaufende Drahtverbindung mit der Bürste b
-es zweiten Kommutators verbin-
-det, dessen Bürste b_1 wieder mit
-er Bürste b auf einem dritten
-Kommutator usw. Die Bürste b vom
-ersten Kommutator und b_1 vom
-letzten werden dann mit den Schleif-
-ringen verbunden, zwischen denen
-die Summenspannung aller Kommu-
-tatoren herrscht.

Zur Vereinfachung der ganzen
-Maschine kann man auf die Ver-
-wendung von sechs Transformatoren
-bis F für je einen Kommutator
-verzichten, wenn man die Sekundär-
-spulen 1 bis 6a, die natürlich je
-Kommutator satzweise gebraucht
-werden, durch einen und denselben
-Primärspulensatz induziert. Bei drei
-Kommutatoren würde beispielsweise

Transformator A nur einen Primärspulensatz erhalten, hingegen drei
Sekundärspulensätze 1 bis 1a, die voneinander getrennt sind und nur
über die Bürsten miteinander verbunden werden. Durch die Induktion
aus dem gleichen Primärfluß wird gleichzeitig eine genaue örtliche
Spannungsunterteilung an den Kommutatoren erreicht.

Würde den Bürsten Gleichstrom zufließen, so erzeugte dieser in den
Kernen A bis F bei stillstehenden Bürsten ein gleichgerichtetes stehen-
des Feld. Bewegen sich die Bürsten, so wird durch die Stromumkehr
in den jeweils kommutierenden Spulenpaaren (z. B. 4, 4a, 5, 5a usw.)
das Feld des betroffenen Kernes (z. B. D, E) auslöschen und sich
umkehren. Für die Phasenwicklung bilden die einzelnen Kerne A bis F
einen geschlossenen Kreis, der aber eine (magnetische) Lücke jeweils dort

Abb. 1. Schaltbild des Calverley-Highfield-Umformers.

Abb. 2. Vektorenlage der Spannungen x, y, z.

Abb. 3 bis 8. Lage der Primärspannungen an den Kernen.

Abb. 9. Spannungsgrößen an den einzelnen Spulen, bezogen auf die Bürstenstellung b—b_1.

aufweist, wo ein Spulenpaar (z. B. 4, 4a) kommutiert wird (Lücke auf
Kern D). Mit der Bewegung der Bürsten wird sich diese magnetische
Lücke durch die Phasenwicklung hindurchschlängeln, und es entsteht
ein Wechselstrom entsprechender Phasenzahl mit einer Frequenz, die
durch die Drehzahl des Bürstensatzes bestimmt wird.

Die in Abb. 1 gezeichnete Anordnung erfordert bei der gebräuchlichen
Frequenz von 50 Per./s eine synchrone Drehzahl der beiden einander
gegenüberliegenden Bürsten von 3000. Ohne weiteres ist verständlich,
daß man durch Zusammenrücken der Segmente auf ½, ⅓, ¼ usw. Kreis-
umfang und entsprechende Zusammenschaltung mit weiteren Segmenten
bis zum Ausfüllen des ganzen Kreisumfanges einen 4-, 6-, 8- usw. poligen
Kommutator erhält, wobei natürlich die Bürsten b—b_1 nicht mehr um
180°, sondern nur um 90°, 60°, 45° usw. auseinander liegen. Es können
auch mehrere, in Reihe zu schaltende Kommutatoren auf diese Weise zu

Abb. 10. Welle mit Bürsten und Schleifringen. (Die abwechselnd hellen und dunklen Streifen sind durch Übermalen übertriebene Lichtreflexe, nicht etwa Kommutatorlamellen).

einem einzigen Kommutatorkörper zusammengefaßt werden. Die nötige synchrone Drehzahl des Bürstenapparates läßt sich dann in einfachster Weise herabsetzen.

Die in Wembley ausgestellte Maschine formt 2000 kW um. Bei primärem Drehstrom von 6600 V bei 50 Per./s gibt sie gleichstromseitig 20 A ab bei 100 000 V. Die Drehzahl beträgt 1000 Uml./min, der Kommutator ist also 6polig geschaltet. Im wesentlichen nach Abb. 1 geschaltet, ist in der Ausführung jedoch vom Schema abgewichen durch Verwendung von drei sechsphasigen Einzeltransformatoren mit je sechs Kernen. Von den Transformatoren sind die Leitungen in Form flacher, scheibenförmiger Drahtbündel zu zehn in Reihe geschalteten Kommutatoren geführt, die von innen bestrichen werden. Die konzentrisch zu den Kommutatorkreisen gelagerte Bürstendrehvorrichtung, Abb. 10, besteht aus einer Welle, auf der die Bürstenhalter mit ihren Verbindungskabeln und die Schleifringe befestigt sind. Letztere sitzen an den Enden der Welle, die durch einen sechspoligen Synchronmotor mit besonderem unmittelbar gekuppeltem Gleichstromerreger angetrieben wird.

Die Bauart der Kommutatoren geht aus den Abb. 11 und 12 hervor, die der britischen Patentschrift 182 895 entnommen sind.

Ein mit Füßen versehener, rechteckiger Gehäuserahmen c trägt die kräftigen Platten a und b aus Isolierstoff (Mika). Diese Platten sind durch Befestigungsteile r und s mit c verbunden und haben kreisrunde Löcher, so daß ein Kommutatorring hindurchgesteckt werden kann. Die Segmente mit der Fahnenlage f oder g werden einzeln eingelegt und bilden sodann einen Innenkummutator mit doppelten Fahnenableitungen f und g in vier verschiedenen Ebenen. Hierdurch erreicht man auch u. a., daß die Segmente an ihren Fahnen f oder g durch Bolzen mit a und b

Abb. 11 und **12.** Kommutator.

verschraubt werden können, so daß die innere Festigkeit des Segmentringes gewährleistet bleibt. Der Träger des Kommutators ist somit ein kräftiger Isolierkörper. Auch die Ableitungen der Segmente liegen überall auf leicht isolierbaren Unterlagen, so daß eine Kommutatorspannung von 10 000 V, wie in der ausgestellten Maschine, keinerlei Schwierigkeiten verursacht. In der ganzen Maschine tritt die Spannung von 100 000 V, abgesehen natürlich vom Transformatorinnern, nur zwischen den beiden Schleifringen an den Enden der Bürstenwelle auf. Die Kommutatoren haben schätzungsweise einen Laufdurchmesser von etwa 0,5 m und enthalten je etwa 400 bis 450 Segmente. Die nutzbare Kommutatorbreite beträgt etwa 6 bis 8 cm. Hiernach scheint es, als ob die Spannung von 10 000 V sich auf etwa 450 : 6 = 75 Segmente verteilt, was einer Segmentspannung von etwa 135 V entspräche, allerdings bei nur 20 A Belastung.

Die Kommutierungsbedingungen sind günstig, da die kommutierenden Spulenpaare auf geschlossenen Transformatorkernen liegen und man den Streufluß der Spulen klein halten kann. Im übrigen entspricht die Kommutation derjenigen bei mehrphasigen Einankerumformern, ist also ebenfalls nicht schwer zu beherrschen. Der Wirkungsgrad der Maschine wird angegeben mit 96 vH für halbe bis Vollast bei einer Normalleistung von 2000 kW.

Bei hohen Gleichströmen (niedriger Gleichstromspannung) dürften die Stromwärmeverluste in den Verbindungsleitungen zwischen Transformator und Kommutator, die Bürstenübergangs- und -reibungsverluste den Wirkungsgrad stark herabdrücken, so daß für die bisher gebräuchlichen Gleichstromspannungen bis 1000 V der neue Umformer kaum ein ernsthafter Mitbewerber des Einankerumformers werden dürfte. Hingegen stellt der Ersatz eines vollständigen Einankerumformers durch einen umlaufenden Bürstenapparat mit kleinem Synchronantriebsatz eine erhebliche Betriebsvereinfachung dar. Gleichzeitig ermöglicht diese Anordnung die Erzeugung sehr hochgespannter Gleichströme. Hiermit dürfte den Bestrebungen, Kabelfernleitungen mit Gleichstrom an Stelle von Drehstrom-Freileitungsanlagen zu verwenden, erheblich gedient sein[1]). Herabsetzung der Instandhaltungskosten des Netzes und Schutz gegen Fliegerangriffe im Kriegsfalle sind hierbei noch zu erwähnende Vorteile.

[M 485] Alfred Marschall, Berlin.

[1]) ETZ Bd. 44 (1923) S. 657 ff

Dampfkraftmaschinen.

Dampfturbinen auf der britischen Reichs ausstellung in Wembley.

Eine große Anzahl von Maschinenbaufirmen hat in London Dan turbinen für Land- und Marinezwecke ausgestellt. Auch Kondensati anlagen mit ihren Hilfsmaschinen sind in ansehnlicher Zahl vertre Einige der Ausstellungsgegenstände sind bemerkenswert und ei artig, während andere der älteren Praxis auf dem Festland entspre und an deutsche, schweizerische und amerikanische Vorbilder erinn Auffallend ist die ausstellungsmäßige Herrichtung vieler Maschinen d Hervortretenlassen von blanken, auch vernickelten Teilen. Nichtros der Stahl (stainless steel) für die Turbinenschaufeln wird auf Verlar des Käufers bei schlechten Wasserverhältnissen, allerdings bei er lichem Mehrpreis, verwendet. Über die Festigkeitseigenschaften di Stahls und ihren Bestand scheinen gute Erfahrungen vorzuliegen.

Mit den ausgestellten Turbinen sind Stromerzeuger, Turbokomp soren und Turbopumpen gekuppelt. Der Turbokompressor von Da Adamson & Co., Dukinfield-Manchester, hat Innenkühlung am häuse, die man in Deutschland wegen ihrer schwierigen Reinigung Abdichtung verlassen hat. Der Aufbau der Turbospeisepumpe von G J. Weir, Glasgow, erinnert an eine ältere AEG-Turbospeisepumpe.

Die Turbodynamos haben, soweit man durch die Verschalu erkennt, normalen Aufbau. Größere Maschinen sind mit Ventilat versehen, die von Elektromotoren besonders angetrieben werden. früher in England beliebte Verfahren der Luftwaschung, das bei niemals Fuß gefaßt hatte, scheint auf Grund ungünstiger Erfahrur jetzt der Luftrückkühlung in geschlossenem Kreislauf Platz zu mac

Bei den Kondensationsanlagen fällt die verhältnismäßig große breitung von Mischkondensatoren auf, wovon zahlreiche Ausführur verschiedener Herkunft zu sehen sind. Die Luftpumpen sind wiegend Dampfstrahlpumpen, sonst Wasserstrahlpumpen, darunter bekannte[1]) Radojet-Pumpe.

Die Dampfturbinen sind zum Teil Lizenzen ausländischer Bauar z. B. die Ljungström-Turbine der Brush Electrical Engineering Loughborough, ferner die Turbine der British Thomson-Houston diese benutzt Konstruktionen der amerikanischen General Electric

Besondere Eigenart weist eine 15 000 kW-Maschine von 3000 Uml. der Metropolitan Vickers Co. auf. Diese Turbine hat eine festeingeba an eine Mitteldruckstufe angeschlossene Speisewasservorwärmung, die letzte Niederdruckstufe ist in drei getrennt beaufschlagte Scha kränze aufgelöst. Diese von Baumann herrührende Konstruktion aus den Patentschriften und der Literatur hinreichend bekannt[2]). fällig ist die Beaufschlagung der ersten Stufe durch zwei Düsenkä mit größerem Zwischenraum. Dieselbe Firma stellt auch ein Gerät Prüfen der Innenbohrung hohler Wellen aus.

Die bemerkenswerteste Turbine auf dieser Ausstellung ist zwe los die nur im Modell im Maßstab 1 : 12 gezeigte 50 000 kW-Turl die die Firma C. A. Parsons & Co., Newcastle-on-Tyne, nach Ame liefert. Die Leistung dieser Maschine verteilt sich auf drei Weh der Hochdruckteil leistet 22 300 PS bei 1800, der Mitteldruck 40 300 PS, ebenfalls bei 1800 Uml./min, während der mit dem Mi druckteil gleichachsige Niederdruckteil 8360 PS bei 720 Uml./min lei Völlig abweichend von europäischen Vorbildern großer Maschinen der Doppelkondensator mit senkrecht stehenden Rohren. Diese An nung ergibt eine vorzügliche Abströmung des Dampfes aus der let Niederdruckstufe. Sie wurde gewählt, um dem schlammhaltigen Wa Rechnung zu tragen. Man erwartet, daß die Rohre länger rein ble als wagerechte Rohre, in deren unterem Teil sich der Schlamm abs

Die Rohre sind im unteren Rohrboden eingewalzt, im oberen mi Stopfbüchsen beweglich. Auch der untere Rohrboden hat Gewinde Aufnahme von Ringen, auf die sich die Rohre abstützen. Der o Rohrboden ist ungewöhnlich dick; die Stopfbüchsen sind darin v versenkt, so daß die Fläche oben vollkommen glatt ist. Die S büchsenringe und die Ringe zum Abstützen der Rohre sind für Wassereintritt abgerundet, um den Widerstand durch Kontraktion Wassers zu mildern. Es dürfte wertvoll sein, festzustellen, ob die l leere unter gleichen Kühlwasserverhältnisen und bei gleicher Belas ebenso gut wie bei Oberflächen-Kondensatoren liegender Bauart Unter anderm stellt Parsons auch einen zweigehäusigen 12 000 Turbosatz aus (vergl. „Engineering" vom 6. Juni 1924).

Drei 1500 kW-Turbosätze für die Kraftversorgung der Ausstel sind in der großen Halle der Ingenieur-Ausstellung im Betriebe sehen. Davon ist einer von der British Thomson-Houston Co. geli (der Kondensator von Cole, Marchent & Morley, Bradford), der zv von der English Electric Company mit Kondensation eigener Ba der dritte besteht aus einer Turbine von James Howden mit St erzeuger der General Electric Co. und einer Kondensationsanlage James Musgrave & Co., Bolton. Die North British Locomotive Glasgow, stellt eine betriebsfertige Turbinenlokomotive aus, deren zelheiten nicht zugänglich und daher schwer zu beurteilen sind. (V „The Engineer" vom 25. April 1924 und S. 1058 dieses Heftes.) Im dern Teil der Lokomotive befindet sich ein Berieselungs-Oberfläc kondensator. Die Turbinen sind mit ihren Achsen in der Fahrtrich aufgestellt und durch Zahnradgetriebe mit den Treibachsen gekup

Es dürfte sich erübrigen, die weiteren Aussteller von Dampftur aufzuführen, und genügen, zu erwähnen, daß diese Maschinen im gemeinen Gleichdruckturbinen mit Geschwindigkeitsstufe sind. mehrere Getriebeturbinen kleinerer Leistung sind ausgestellt; für Ma zwecke sind auch Teile großer Getriebe zu sehen. [N 610]

H. Treit

[1]) Z. Bd. 65 (1921) S. 200. [2]) Z. Bd. 66 (1922) S. 563.

BÜCHERSCHAU.

gzeugbaukunde. Eine Einführung in die Flugtechnik. Von Dr.-Ing. . G. Bader. Berlin 1924, Julius Springer. 8° IV und 122 S. mit Abb. im Text. Preis geh. Gm. 4,80, geb. Gm. 5,40.

Das Buch soll „in ungezwungener Anlehnung an die Form der Vor-ungen, aus deren Niederschrift es entstanden ist, jedem, der die ein-sten Begriffe der Mechanik: Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft, eit, Leistung kennt, einen Überblick über Wesen und Werden der gtechnik" geben. Es bietet aber mehr: statt des Überblicks einen blick in die starrmechanischen, strömungstechnischen, betrieblichen, kehrswirtschaftlichen und stoffkundlichen Zusammenhänge — frei-li nicht jedem, der die Grundbegriffe kennt; denn wer in die Formeln, d bei Überschlagsrechnungen und als Hilfsmittel für den Entwurf ge-n werden, und in die Theorie, vor allem der Treibschrauben, wirk-li eindringen will, muß schon einiges Vorwissen mitbringen. Dieser ngel wird aber von vielen Lesern als Stärke des Buches empfunden den, vor allem von Studierenden der Nachbargebiete.

Denn in erster Linie will das Buch „dem Hochschüler dienen, die gtechnik als gleichberechtigtes Wahlfach des allgemeinen Maschinen-es betrachten zu lernen", „Anschauungsform und Ausdruck des Ma-neningenieurs auch in dieser jungen Technik zur Geltung brin-." Daher gibt gleich der erste Hauptabschnitt, Luftverkehr, ein Vergleich mit der Eisenbahn nach Gesamtreisezeit, Unfallhäufig-k, Bequemlichkeit und Wirtschaftlichkeit, der sehr zugunsten des zeuges ausfällt und zum Schluß auch den verschiedenen Einfluß der se von Flugwerk und Triebwerk zeigt. In dem Abschnitt über ftkräfte werden Widerstand und Auftrieb in zum Teil neuer chauungsweise behandelt. Die Verwechslung der auftrieberzeugen-d Zirkulation, die als Potentialbewegung abgeleitet wird, mit d widerstandliefernden Wirbeln scheint dagegen, auch wenn sie n Streben nach einfacherer Darstellung begründet sein sollte, nicht chtigt.

Im dritten Teil, Entwurf und übliche Ausführung des Flug-rkes, sind die möglichen Anordnungen erörtert, der neuzeitliche llbau gewürdigt; im folgenden Abschnitt, Triebwerk, wird an k-Raum-Darstellungen von Arbeitsmaschinen gezeigt, warum der inmotor heute alleiniges Antriebmittel der Leichtfahrzeuge ist, und li Treibschraubenberechnung eingehend dargestellt.

Im Schlußkapitel ist das Flugzeug nach Leistungen und Eigen-ften behandelt, mit neuartigen Formeln für die Steigzeit und an-ulichen Betrachtungen über Stabilität.

Das Buch, das man trotz der und jener Kritik im einzelnen gern trotz der oft etwas knappen Darstellung scharfsinniger Gedanken-e leicht liest, zeigt durchweg eine eigene Note. [B 362]

Everling.

Hdbuch der Ingenieurwissenschaften. I. Teil, 1. Band, 1. Kapitel. orarbeiten für Eisenbahnen und Straßen, neu-arbeitet von Regierungs- und Baurat F. Claus. 5. Aufl. Leipzig 4, Engelmann. Preis geb. Gm. 34.

Rein äußerlich betrachtet verspricht dieses Buch mit seinem um Seiten vermehrten Inhalt gegenüber der 4. Auflage eine bedeutend ehendere Behandlung des Stoffes. Das Vorwort weist darauf hin, dessen Einteilung nur wenig verändert worden ist. Beim Studium Werkes findet man auch, daß entsprechend dem erweiterten Um-eine gründliche Durcharbeitung nach moderner technischer Er-ng stattgefunden hat.

Neu aufgenommen sind in den Abschnitten über „Regeln in bezug die Lage und Sicherheit der freien Strecke" eingehende Aus-ungen über „künstliche Mittel zur Erklimmung größerer Höhen". ut wiedergegebenen Abbildungen ist die künstliche Längen-icklung

1) durch Ausfahren von Seitentälern,
2) durch Schleifenbildung,
3) durch Schlingenbildung,
4) durch Spitzkehre

stellt.

Fortgefallen sind bei der Behandlung der allgemeinen Vorarbeiten dem Abschnitt: „Entwicklung des Programms" die Ausführungen Spurweite. Aus welchem Grund, ist nicht ersichtlich. Der Ab-tt: „Die Geländeaufnahme und das Zeichnen der Pläne mit Hilfe Photogrammetrie" ist gründlich umgearbeitet.

Sehr zu begrüßen ist der der neuen Auflage beigefügte Anhang len einschlägigen Gesetzen, Verordnungen und Bestimmungen, wo-man in der Praxis oft unter großer Zeitvergeudung suchen muß. eise waren bestehende Vorschriften und Gesetze bereits in der flage enthalten, doch hat der Verfasser die neue Zusammen-ng wertvoll vervollständigt und zweckmäßig aus dem übrigen herausgenommen.

Das Quellenverzeichnis ist bis auf das Jahr 1923 ergänzt und über bildmeßverfahren ist ein Verzeichnis der Sonderliteratur beigefügt.

Leider hat der Verlag das Buch noch nicht mit friedensmäßigem r ausstatten können, was bei einem Nachschlagewerk wie dem ouch erwünscht wäre. Es erübrigt sich, auf die Bedeutung des es noch näher einzugehen und seinen Wert für die Fachwelt ders hervorzuheben. Es ist das Handbuch der Ingenieurwissen-en. [E 615] Dr. Dr. Baumann.

Die flüssigen Brennstoffe, ihre Gewinnung, Eigenschaften und Untersuchung. Von L. Schmitz und Dipl.-Ing. Dr. J. Follmann. 3. Aufl. Berlin 1924, Julius Springer. 208 S. m. 59 Abb. Preis geb. Gm. 7,50.

Das Buch, dessen frühere Auflagen in Z. Bd. 56 (1912) S. 1755 und Bd. 63 (1919) S. 894 besprochen wurden, hat durch Bearbeitung der aus Ölschiefer, Holz und Torf erzeugten sowie der durch das Tieftemperaturverfahren gewinnbaren flüssigen Brennstoffe eine wertvolle Bereicherung seines Inhalts erfahren. Wie bei den übrigen Brennstoffen hat der Bearbeiter namentlich auf die Beibringung von wirklichen Analysen und auf kurze Kennzeichnung der Gewinnungsverfahren Wert gelegt. Als Nachschlagebuch für den praktischen Motorentechniker wird das Buch sicherlich wertvoll sein. [E 648] Dr. H.

Das Automobil, sein Bau und sein Betrieb. Von v. Löw. 5. Aufl. Berlin 1924, C. W. Kreidel. 375 S. m. 414 Abb. Preis geb. Gm. 8,40.

Seit der Besprechung der 3. Auflage in Bd. 60 (1916) S. 1106 dieser Zeitschrift hat sich das vorliegende Buch durch Berücksichtigung mancher Neuerungen, wie z. B. der Heißkühlung, der Unterdruckförderung, des Soden-Getriebes und des Maybach-Wagens ohne Getriebe abermals wesentlich erweitert, ohne daß sich sein Hauptzweck, dem praktischen Benutzer des Automobils eine gute, sachliche Beschreibung zu bilden, geändert hätte. Für diesen Zweck kann das Buch nach wie vor warm empfohlen werden. [E 647] Dr. H.

Fortschritte im Wagenbau. Von E. Dinse. Berlin 1924, VDI-Verlag. 36 S. m. 31 Abb. Preis Gm. 3.

Auf die in diesem Heft beschriebene neuartige Wagenkonstruktion wird demnächst in einer besonderen Veröffentlichung der VDI-Zeitschrift hingewiesen werden.

Schriften des berufskundlichen Ausschusses bei der Reichsarbeitsverwaltung, H. 3: **Die mittleren technischen Berufe.** Von Dipl.-Ing. A. Fröhlich. Mannheim, Berlin, Leipzig 1924, Bensheimer. 44 S. Preis Gm. 0,60.

Das IV. Kapitel behandelt nacheinander: die Ausbildung der Bautechniker, Vermessungstechniker, Maschinenbau- und Elektrotechniker nebst den hauptsächlich dafür in Frage kommenden bemerkenswerten Schulgattungen und deren Anschriften, ferner der Chemiker, Techniker in der Landwirtschaft und der Gewerbelehrer. Der Verfasser, der seit Jahren mit dem DATSCH in Verbindung steht, hat es verstanden, das Büchlein anregend zu gestalten und es als Nachschlagewerk übersichtlich zu ordnen. Bei der Schwierigkeit der Entscheidung aus dem verwickelten Gebiete des mittleren technischen Schulwesens wird daher das Büchlein den Ratsuchenden gute Dienste leisten. Es kann als eine Ergänzung des bereits in 4. Auflage erschienenen „Ratgebers" (Preis 0,25 Gm.) empfohlen werden. [E 619]

Diesel-Engines. Sonderdruck der VDI-Zeitschrift. Berlin 1924, VDI-Verlag. 70 S. m. Abb. Preis $ 2,25.

Table of Content: Prof. Dr.-Ing. Nägel, Dresden: The Diesel-engine of to-day. F. Schulz, Köln-Deutz: Hints for the quantity production in groups (serial production) of small and medium-sized oil engines. Chief engineer Otto Alt, Kiel: Liquid fuels and their combustion in the Diesel engine. Prof. Dr.-Ing. Nusselt, Karlsruhe: Transfer of heat in the internal combustion engine. Prof. Dr.-Ing. Kurt Neumann, Hannover: Tests made on the Diesel engine. Dr. W. Riehm, MAN-Augsburg: Increasing the output of four stroke-cycle Diesel engines. Dr.-Ing. J. Geiger, Augsburg: Remote disturbing effects of stationary engines with special reference to internal combustion engines. Literature index.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens Heft 267: **Der Druckabfall in glatten Rohren und die Durchflußziffer von Normaldüsen.** Von M. Jakob und S. Erk. (Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt). Berlin 1924, VDI-Verlag. 28 S. Preis Gm. 4.

Ein Auszug aus dieser Arbeit ist in dieser Zeitschrift Bd. 68 (1924) S. 581 abgedruckt.

Dampflokomotiven. Herausgegeben von der AEG-Lokomotivfabrik, Hennigsdorf. 34 S. m. Abb.

Des Lokomotivingenieurs Taschenbuch. Zur Erinnerung an die Fertigstellung der 20 000. Lokomotive. Henschel & Sohn G. m. b. H. Berlin 1923, Julius Springer. 174 S. Preis Gm. 5.

Elektrische Nachrichtentechnik. Herausgegeben von K. W. Wagner. Monatsschrift. Berlin 1924, Weidmannsche Buchhandlung. Jg. 1 Heft 1, Juli. Bezugspreis monatl. Gm. 9.

Erläuterungen zu den Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen, einschließlich Bergwerksvorschriften, und zu den Merkblättern für Starkstromanlagen in der Landwirtschaft. Von Dr. C. L. Weber. Berlin 1924, Julius Springer. 14. neubearb. Aufl. 281 S. Preis Gm. 4,50.

Industrielle Psychotechnik. Angewandte Psychologie in Industrie, Handel, Verkehr, Verwaltung. Monatsschrift, herausgegeben von Prof. Dr. W. Moede. Berlin 1924, Julius Springer. 1. Jg., Mai/Juni, Heft 1 bis 2. Vierteljährl. Gm. 5.

Der Äther und die Relativitätstheorie. Von Dr. L. Graetz. Stuttgart 1923, J. Engelhorns Nachf. 80 S. m. 19 Abb.

Die Technische Nothilfe. Wesen, Aufbau, Wirken. 24 S. Hauptstelle der Technischen Nothilfe, Berlin-Steglitz 1924.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Zwangläufige Kolbenventilsteuerung Patent Proell.

Der obige Aufsatz in Nr. 24 dieser Zeitschrift gibt mir Anlaß zu folgenden Bemerkungen:

Der Ausdruck „Kolbenventil“ ist irreführend. Ein Ventil ist ein Organ mit einer Sitzfläche, die zwecks Erzielung des Abschlusses gegen eine feste Sitzfläche gedrückt wird; dieses Merkmal fehlt bei dem beschriebenen Steuerungsorgan vollständig. Dieses schleift vielmehr zur Erzielung des Abschlusses über einem Kanal, womit das Merkmal des Schiebers gegeben ist. Das beschriebene Steuerungsorgan ist demnach ein Kolbenschieber und die von Haniel & Lueg gebaute Maschine eine Schiebermaschine. Ebenso irreführend ist der Ausdruck „Schieberventil“, wie er im Zusammenhang mit den Maschinen von van den Kerchove oft gebraucht wird. Auch diese Maschinen sind Schiebermaschinen.

Die Ausbildung als Hochwald-Schieber, der an vier Kanten abgedichtet werden muß, betont noch besonders die Zugehörigkeit des beschriebenen Steuerungsorgans zur Gattung der Schieber. Mit zwei Dichtungsringen für jede Kante erhält der Hochwald-Schieber insgesamt acht Dichtungsringe. Da dieser Schieber nicht durch Abdampf gekühlt werden kann, bilden sich bei der hier notwendigen, reichlichen Schmierung unter dem Einfluß der hohen Dampftemperatur erhebliche Ölrückstände, welche bald die Spannringe festsetzen und damit die Dichtung gefährden. Beim Ventil entfällt diese Schwierigkeit, da es keine Schmierung erfordert.

Die Eisenbahnverwaltung hat den Hochwald-Schieber längst aufgegeben, weil keine Dampfersparnis nachweisbar war und die doppelte Zahl der Spannringe die Instandhaltung wesentlich erschwerte, obwohl der Schieber hier durch den kalten Auspuffdampf gekühlt wurde. Außerdem wird der Schieber doppelt so schwer wie ein solcher nach van den Kerchove, so daß die verdoppelten Massenkräfte eine sehr ungünstige Beanspruchung des Steuerungsgestänges ergaben.

Die doppelte Dichtung des Hochwald-Schiebers ist nur zeitweise vorhanden und bei jedem andern Schieber durch Vermehrung der Spannringe gleichfalls erzielbar. Ein gut gebautes Ventil ist stets dichter als ein gleich gut gebauter Schieber, bei dem stets die Spaltlücke des Spannringes die Quelle für Undichtheit bildet.

Besonders anfechtbar aber ist der Raum, der während der Verdichtung zu-, während der Expansion ausgeschaltet wird. Der Zuschaltraum kann als schädlicher Raum nur schädlich wirken, vermehrt also den Dampfverbrauch. Der schädliche Raum eines Schiebers dieser Art ohne den vorerwähnten Zuschaltraum ist größer als beim Ventil vom gleichen Durchmesser. Da schon der schädliche Raum des Ventils im allgemeinen zu groß ist, muß er bei diesem Schieber erst recht zu groß sein, so daß der Hochwaldsche Zuschaltraum vollkommen überflüssig scheint.

Abb. 9, welche die Durchgangsquerschnitte für Schieber dieser Art im Vergleich zu Doppelsitzventilen zeigt, gibt zu Irrtümern Anlaß. Es ist richtig, daß die bei Ventilen nötige Einschaltung eines Kurvenschubes einen Querschnittverlust zur Folge hat, doch wird aus diesem Verlust ein bedeutender Gewinn, weil die Führungsstege fortfallen, die beim Schieber der Spannringe wegen notwendig, beim Ventil jedoch überflüssig sind.

Ein weiterer Nachteil der beschriebenen Steuerung ist, daß sie einschließlich des Antriebexzenters acht Gelenke, die gewöhnliche Lentz-Steuerung dagegen nur vier Gelenke hat. Zuletzt sei noch erwähnt, daß die Bauart der Elsässischen Maschinenfabrik in Abb. 13 mit dem im Deckel untergebrachten Ein- und Auslaßschieber längst aufgegeben und durch Ventilmaschinen ersetzt worden ist.

Berlin. Dipl.-Ing. Günter Koetz.

Es ist richtig, wie der Herr Einsender behauptet, daß der Ausdruck „Kolbenventil“ nicht einwandfrei und das allgemein so bezeichnete Steuerorgan seiner Form nach ein Kolbenschieber ist. Trotzdem kann ich eine Maschine der beschriebenen Art nicht als Schieberdampfmaschine bezeichnen. So ist z. B. die Anordnung der Kolbenventile nach Lage, Anzahl und Antrieb vollkommen anders als bei gewöhnlichen Dampfmaschinen mit Schiebersteuerung. Gerade diese Merkmale stimmen aber so mit der gebräuchlichen Ventilsteuerung überein, daß meines Erachtens eine Wortverbindung, welche dies zum Ausdruck bringt, durchaus berechtigt ist. Übrigens habe ich mich bei der Anwendung des Wortes Kolbenventil nur eines für Einlaßorgane ähnlicher Art allgemein gebräuchlichen Ausdruckes bedient (vergl. u. a. Dubbel, Steuerungen der Dampfmaschine, 2. Aufl. S. 132).

Daß sich an den Einlaßorganen erhebliche Ölrückstände bilden können, trifft nicht zu; denn Festbrennen der Dichtungsringe oder Verschmutzen durch Ölrückstände hat man nach langjährigem Betriebe mit hochüberhitztem Dampf nicht beobachtet.

Unrichtig ist, die Eisenbahnverwaltung wende den Hochwald-Schieber nicht mehr an, weil er keine Dampfersparnis ermöglicht und die vielen Dichtungsringe die Instandhaltung erschweren. Meines Wissens hat die Preußische Eisenbahnverwaltung nicht nur den Hochwald-Schieber, sondern alle mehrfach öffnenden Schieber durch einfach öffnende ersetzt, um für alle ihre Lokomotiven dieselbe Schieberart verwenden zu können. Andre Bahnen verwenden auch heute noch den Hochwald-Schieber. Mir ist z. B. bekannt, daß erst vor ku[rzer] Zeit 200 Lokomotiven, alle mit Hochwald-Schiebern, an die Serbi[sche] Eisenbahnverwaltung geliefert wurden. Wenn man überhaupt [Ver]gleiche zwischen den Steuerungsorganen bei Lokomotiven und [bei] festen Dampfmaschinen anstellen will, so darf man die Betriebsver[hält]nisse nicht außer Acht lassen. Eine Lokomotive kann bei undic[htem] Schieber nicht durchgehen, wohl aber eine mit bester Luftleere a[rbei]tende Dampfmaschine, deren Garantieleistungen man zudem we[sent]lich schärfer nachprüfen kann. Durch Vermehren der Dichtungsr[inge] läßt sich die Dichtheit eines Schiebers nur selten verbessern, [da] dazu meist die Einlaßüberdeckungen bei normalen Exzentrizitäten [zu] klein sind. Ich halte den Inhalt der Vorschaltkammer [für] wichtig, weil die kleinen Dampfmengen, die durch die ersten, [dem] Dampf am nächsten liegenden Dichtungsflächen eindringen, sich [an]sammeln müssen, bevor sie auf die letzte Stufe wirken können. D[ies] Sammeln kann bei mehreren hintereinander liegenden Dichtungsri[ngen] nicht in dem Maße erfolgen, weil dafür zwischen ihnen kein Raum [ist].

Bis zu welchem Grade die Dichtheit des Kolbenventiles Sy[stem] Hochwald hinter der eines Ventiles zurückbleibt, könnten nur ge[naue] Versuche ergeben. Wie das in meinem Aufsatz wiedergegebene [Ver]suchsprotokoll erkennen läßt, lief die Maschine mit guter Luftl[eere]. Die an den Dampfverbrauchsversuch angeschlossenen Belastung[sver]suche zeigten mit aller Deutlichkeit, daß die Einlaßorgane an Dich[theit] jedenfalls keinem Ventil nachstanden. An der Maschine wurden [ab]sichtlich keine Nacharbeiten oder Änderungen vorgenommen, da [die] Firma nicht das Mindeste an einem Paradeversuch lag. Der schäd[liche] Raum beträgt bei jener Gleichstrommaschine rd. 1,1 vH ohne und 1,[..] mit Zuschaltkammer des Kolbenventils. Es dürfte nicht leicht [sein], diese Werte mit gewöhnlichen Ventilen zu erreichen oder ga[r zu] schlagen.

Das Gleiche gilt für den bei dem Versuch festgestellten Da[mpf]verbrauch. Beim Vergleich der Durchgangsquerschnitte von Ventil [und] Schieber darf man nicht übersehen, daß man mit der Proellschen [Ge]lenksteuerung bedeutend größere Nutzhübe erreicht. Eine Steue[rung] nach der Anzahl ihrer Gelenke zu beurteilen, eignet sich ausgezei[chnet] für Reklamezwecke. Wie groß aber die Beanspruchung in d[en] Punkten oder die Abnutzung ist, ist noch eine andre Frage. [Die] kurze Zeit, die zum Anheben eines in Ruhe befindlichen Ventiles [zur] Verfügung steht, zwingt zu Beschleunigungen, die selbst bei [ge]nauen Steuerdaumen sehr hoch sind, und schon nach kurzer [Zeit] durch die starke Beanspruchung und Formänderung des Kurvenstü[ckes] noch wesentlich gesteigert werden. Es gibt Mittel und Wege, um [die] dann auftretenden Schläge wenigstens für die Ruhe des Ganges [der] Maschine unschädlich zu machen. Von den Ventilerhebungen, die [...] dann noch erreicht, erfährt man aber im allgemeinen recht wenig.

Ein wesentlicher Vorzug der Proellschen Kolbenventilsteuerung [ist], daß sie mit verhältnismäßig einfachen Mitteln gestattet, die in [den] Gelenken auftretenden Beschleunigungsdrücke beim Entwurf gena[u zu] ermitteln und alle Teile so zu bemessen, daß nirgends hohe [Be]anspruchungen auftreten. Daß diese Überlegung zutrifft, hat di[e an] den Dampfverbrauchsversuch anschließende Untersuchung der be[weg]lichen Teile der großen Gleichstrommaschine bestätigt, wobei, [wie] schon erwähnt, keine meßbaren Abnutzungen festgestellt we[rden] konnten. An der in Abb. 13 dargestellten Bauart ist die Anwen[dung] der Proellsteuerung und wohl auch die Einkapselung neu. [D 6..]

Dresden-Klotzsche. Friedrich Lehma[nn].

Hauptschacht-Gefäßförderungen.

Zu dem sehr lesenswerten Aufsatz von L. Schütt, verg[l.] Bd. 68 (1924) S. 665, insbesondere zum ersten Absatz, möchte ic[h be]merken, daß hier und bei manchen andern Veröffentlichungen [über] diesen wichtigen Gegenstand außer Acht gelassen wird, daß nic[ht in] Nordamerika (Kupferbergbau am Oberen See) und auch nicht in [Süd]afrika (Goldbergbau am Witwatersrand) die ältesten Vorbilder für [die] Hauptschacht-Gefäßförderung zu suchen sind, sondern beim d[eut]schen Erzbergbau. So war in Freiberg und auch am Har[z die] Gefäßförderung — hier Tonnenförderung genannt — in parallelep[ipe]dischen großen Gefäßen, in flachen Schächten auf vier Rädern lau[fend], mit Kippvorrichtung über Tage, bis etwa um 1870 die allein üb[liche] Hauptschachtförderung, zunächst mit Antrieb durch Pferdegöpel [und] Kehrwasserräder. Aber auch nach Einführung der Dampffö[rder]maschinen blieben wegen der kleinen Querschnitte der alten Sch[ächte] manche Gefäßförderungen auch in Hauptschächten bestehen. Alle [äl]teren Werke über Bergbaukunde, auch meine „Grundzüge“, geben [Be]lege. Die Fördergeschwindigkeiten waren allerdings klein [bis] zu 1 m/s, die Nutzlasten aber recht bedeutend, bis zu 1000 kg, und [die] Förderhöhen betrugen bis zu vielen hundert Metern. Die geschich[tliche] Sammlung der Bergakademie Freiberg bewahrt zwei eiserne F[örder]tonnen, die bis zum Jahre 1914 hier in Betrieb waren. Wir brau[chen] diese Vorbilder also nicht im Auslande zu suchen, was zum R[uhm] der deutschen Technik bemerkt sei. [D 609]

Freiberg i. Sa. Geh. Bergrat Dr. E. Trept[ow].

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

R. 41 | SONNABEND, 11. OKTOBER 1924 | BD. 68

I N H A L T:

Die Normung in Deutschland.

Vorgetragen in der Weltkraft-Konferenz, London 1924.

Von Baurat Dr.-Ing. F. Neuhaus, Generaldirektor von A. Borsig, G. m. b. H., Berlin-Tegel.

Zusammenfassende Darstellung der Entwicklung und Organisation des Normenausschusses der Deutschen Industrie und seines Zusammenarbeitens mit den verschiedenen Fachausschüssen. In einer Arbeitsübersicht werden die allgemein wichtigen Normen, die bearbeitet worden sind oder sich in Bearbeitung befinden, behandelt und die Ergebnisse der Fachnormung aufgeführt.

Die planmäßige Normung in Deutschland begann im Frühjahr 1917, als sich die führenden Firmen des Maschinenbaues unter Hinzuziehung von Vertretern der Wissenc ft zu einem Normalien-Ausschuß für den Ma c inenbau zusammenschlossen. Sehr bald durchbrach jedoch ie Arbeit die engeren Grenzen des Maschinenbaues und drang n ist alle Gebiete der gesamten Industrie ein. Diese Entwickui führte noch im Dezember 1917 zur Gründung des Normen r schusses der Deutschen Industrie (NDI).

Die Verfassung des NDI beruht auf dem Grundsatz, daß die eu chen Industrienormen aus der Zusammenarbeit von Ere ern, Verbrauchern und Vertretern der Wissenschaft hervorel a müssen. Für die Arbeitsweise gilt die Vereinbarung, daß e NDI die grundlegenden Normen für sämtliche Gebiete aufte und dafür verantwortlich ist, daß die Normen für die einel n Fachgebiete, die von Fachnormen-Ausschüssen aufgestellt re en, mit den allgemeinen Normen und untereinander in Einla stehen. Sämtliche Entwürfe für die deutschen Industrieo en müssen durch die Prüfstelle beim NDI laufen; sie werden n rgan des Ausschusses, den NDI-Mitteilungen[1]) zur Kritik er fentlicht. Entwürfe für Fachnormen werden in der einch gigen Fachpresse zur Kritik gestellt. Die einlaufenden Einwä e werden sorgfältig geprüft und die hiernach richtiggestellten n ürfe, falls nicht infolge der Einwände ein neuer Entwurf eror rlich wird, in endgültiger Fassung dem Vorstand des NDI ur Aufnahme in das Normensammelwerk vorgelegt. Erst dann ir das Normblatt zum Vertrieb und allgemeinen Gebrauch freieg en. Die geistigen Urheber der Fachnormen werden auf den o blättern vermerkt. Die deutschen Industrienormen tragen n :eichen DIN; alle anderen Normen sind keine deutschen Inus ienormen und können nicht den Anspruch auf allgemeine ü gkeit erheben.

Die sachliche Arbeit an den allgemeinen Normen wird in en Arbeitsausschüssen des NDI, die an der Fachnormung, in en Unterausschüssen der Fachnormenausschüsse erledigt. An er Arbeit ist die gesamte deutsche Industrie beteiligt. Es beel n für die Arbeiten im einzelnen scharf abgefaßte Vorschrifn die eine einheitliche Gestaltung der Normblätter gewährle n. Die Behörden haben sich mit ihrer Vereinheitlichungsrb völlig in den Rahmen des NDI gestellt, so daß die deutschen nd trienormen auch von den Behörden als verbindlich ank nt werden; die Vertreter der Behörden haben jedoch keinen es mmenden Einfluß im Normenausschuß; sie sind lediglich sachun ge Mitarbeiter.

Der Normenausschuß erhält sich durch den Vertrieb der Normblätter und durch verhältnismäßig geringe Beiträge aus der Industrie; er erhält von der Regierung keinerlei Zuschüsse.

Etwa vierteljährlich wird ein Verzeichnis der endgültigen und der in Arbeit befindlichen Normen herausgegeben, so daß hieraus ein Bild über den jeweiligen Stand der Normen gewonnen werden kann.

Im Rahmen dieses Vortrages muß ich mich darauf beschränken, die grundlegenden Normen — gewissermaßen die Angelpunkte der deutschen Normen — zu behandeln, und im übrigen die einzelnen Arbeiten in der Fachnormung in kurzer Zusammenfassung aufzuzählen[2]).

Bei den deutschen Industrienormen sind drei große Gruppen zu unterscheiden: Grundnormen, Maßnormen und Werkstoffnormen. Unter

Grundnormen

verstehen wir solche Normen, deren Anwendung auf allen Gebieten der Technik und Industrie immer wiederkehrt. Sie sind daher auch bei der Aufstellung aller andern Normen zu berücksichtigen.

Zu den wichtigsten Grundnormen zählen die Gewinde[3]). Lange vor dem Bestehen der Normenausschüsse hat man sich in verschiedenen Ländern mit der Festlegung von einheitlichen zweckentsprechenden Gewindesystemen befaßt. Die erste Gewindenorm wurde im Jahre 1841 von dem Engländer Whitworth aufgestellt. Sie hat von allen bisher aufgestellten Gewinden die größte Verbreitung gefunden und dadurch ihre Zweckmäßigkeit bewiesen. Das zweite wichtige Gewindesystem ist das im Jahre 1898 auf dem Züricher Kongreß aufgestellte S.-I.-Gewinde (System International). Während das Whitworth-Gewinde auf dem Zollmaß aufgebaut ist, liegt dem S.-I.-Gewinde das metrische Maß zugrunde.

Abb. 1 zeigt die in Deutschland festgelegten Gewinde. Als Ordinaten sind die Gangzahlen und Steigungen und als Abszissen die Durchmesser aufgetragen. Mit Rücksicht auf die weite Verbreitung in der Industrie, besonders im Großmaschinenbau, wurde das Whitworth-Gewinde als Befestigungsgewinde festgelegt, und zwar in genauer Anlehnung an das im Report on British Standard Whitworth Screw Threads, Juni 1919, angegebene Whitworth-Originalgewinde. Das Whitworth-Originalgewinde ist auch von der Schweiz, Österreich, Ungarn, Holland, Schweden und Italien übernommen worden, so daß es jetzt den Charakter einer internationalen Norm hat.

Als Parallelnorm zu dem Whitworth-Gewinde wurde ein metrisches Gewinde aufgestellt. Für dieses wurde von 6 bis 68 mm Dmr. das S.-I.-Gewinde von 1898 übernommen, das

Erscheinen als Bestandteil der Zeitschrift „Maschinenbau"

[2]) s. Z. Bd. 67 (1923) S. 90.

[3]) s. Z. Bd. 67 (1923) S. 241 und 749.

Verteilung der Steigungen auf die Gewindedurchmesser

Abb. 1. Normale deutsche Gewinde.

nach unten für die Bedürfnisse der Feinmechanik unter Verwendung der Durchmesser und Steigungen des weitverbreiteten Löwenherz-Gewindes, aber mit dem Flankenwinkel 60° erweitert wurde. Nach oben setzt es sich für die Anwendung im Großmaschinenbau mit der für alle Durchmesser gleichbleibenden Steigung 6 mm fort. Außer Deutschland haben die Schweiz, Frankreich, Österreich, Ungarn, Holland, Schweden und Italien das S.-I.-Gewinde von 1898 übernommen.

Neben diesen beiden Befestigungsgewinden, die für normale Schrauben Anwendung finden, sind eine Reihe von Feingewinden aufgestellt, die als Konstruktionsgewinde im Maschinenbau und in der Feinmechanik Anwendung finden. Besonders hervorgehoben sei noch das Whitworth-Rohrgewinde, das ebenfalls genau dem im Report on British Standard Pipe Threads for Iron or Steel Pipes and Tubes, Mai 1918, festgelegten englischen Original entspricht und auch in der Schweiz, Österreich, Holland, Schweden und Italien als Norm geführt wird.

Über die Anwendung der beiden Gewindesysteme ist das gende zu sagen: Bis zu 10 mm, also bis einschließlich ⅜″ wird die ganze deutsche Industrie auf das metrische Gew übergehen, da in diesem Bereich beim Whitworth-Gewinde Steigungen im Verhältnis zum Durchmesser zu grob sind und die Schrauben im Betrieb erfahrungsgemäß zu leicht lösen. ähnlichen Gründen wird über 2″ das metrische Gewinde b zugt, so daß der eigentliche Anwendungsbereich des Whitw Gewindes von ½″ bis 2″ geht. Aber auch für diesen Bereic nutzen zwei große Industriegruppen ausschließlich das metr Gewinde, nämlich der Werkzeugmaschinenbau und der Aut bilbau, und auch in andern Zweigen findet das metrische winde mehr und mehr Eingang.

Eine andere Grundnorm für die Massenherstellung von tauschbaren Normteilen und für die austauschbare Massenferti überhaupt besonders wichtig sind die Passungen, d. h Festlegungen von Toleranzen und Sitzen. Vor der Normung in Deutschland zwei Sy mit grundsätzlichen Unter den in Anwendung, näl das System Einheitsbohrun dem für alle Sitze die Boh gleich ist und die Sitzunters in die Welle gelegt w Abb. 2, und das System heitswelle, in dem für alle die Welle gleich ist, abe Bohrungen verschieden Abb. 3.

Einheitsbohrung. Einheitswelle.

Abb. 2 und **3.** Passungen.

S = Spiel.
$Ü$ = Übermaß.

Das Bestreben ging nat dahin, für die gesamte Ind nur ein Einheits-Passungss festzulegen, und keine Fra so eingehend erörtert word diese. Das Ergebnis war d kenntnis, daß jedes der Systeme für bestimmte Ind zweige so bedeutende V aufweist, daß es nicht schwerwiegende Nachteile sten des anderen aufge werden kann.

Abb. 4 und **5.** Die vier Grade der Herstellungsgenauigkeit.

Ein grundsätzlicher Unterschied der in den Dinormen festge-
gten Passungssysteme gegenüber den meisten vor der Normung
ıgewendeten Passungssystemen besteht in der Lage der Null-
ıie. Diese war in der Regel entweder Symmetrielinie der
ɔhrungstoleranz im System der Einheitsbohrung oder Symme-
ielinie der Wellentoleranz im System der Einheitswelle. Bei
n Dinormen ist die Nullinie im Gegensatz hierzu im System
r Einheitsbohrung die untere Begrenzung der
ɔhrungstoleranz und im System der Einheitswelle obere
egrenzung der Wellentoleranz, Abb. 4 und 5. Dies hat
n Vorzug, bei Anwendung verschieden großer Toleranzen
ɔ Austauschbarkeit der Teile sicherzustellen. Bemerkens-
ert ist, daß die Lage der Nullinie von einer Reihe von andern
ɔrmenausschüssen, und zwar der Schweiz, Österreich, Holland,
nerika in der gleichen Weise festgelegt ist und daß die eng-
ɔchen Normen neuerdings ebenfalls hierauf Rücksicht nehmen.

Dem Aufbau der deutschen Passungssysteme liegt ein ein-
itlicher Maßstab für Toleranzen und Spiele zugrunde, der sich
rechnet aus

Paßeinheit $= \frac{1}{200} \sqrt[3]{D}$ (worin D der Durchmesser in mm ist).

Danach werden vier Grade der Herstellungsgenauigkeit un-
schieden, Abb. 4 und 5:

Edelpassung mit Toleranzen von 1 PE
Feinpassung mit Toleranzen von 1,5 PE
Schlichtpassung mit Toleranzen von 3 PE
und Grobpassung mit Toleranzen von 10 PE.

Durch diese Festlegung verschiedener Herstellungsgenauig-
iten wird auch dem gröberen Maschinenbau, der sich nicht dar-
f einlassen konnte, nach den engen Toleranzen der früheren
ssungssysteme zu arbeiten, die Möglichkeit zu austausch-
rer Massenfertigung gegeben.

In jedem der beiden Passungssysteme — Einheitsbohrung
d Einheitswelle — sind für jeden Gütegrad eine Reihe
n Sitzen festgelegt. Abb. 6 zeigt den Aufbau für die
nheitsbohrung, Abb. 7 jenen für die Einheitswelle.

Für das gesamte Meßwesen war die Festlegung einer
heitlichen Bezugstemperatur notwendig; gewählt
ırde 20 °C = 68 °F. Diese Temperatur wurde auch in der
hweiz, in Holland, Österreich und Schweden als Bezugs-
nperatur angenommen und in Amerika vorgeschlagen.

Eine weitere Grundnorm von allgemeiner Bedeutung
die Norm der Papierformate, Abb. 8. Sie ist be-
fen, die großen Mannigfaltigkeiten in Form und Größe der
schäftspapiere, Drucksachen, Zeitschriften, Zeichnungen
w. zu beseitigen. Der Formatordnung liegen folgende Ge-
htspunkte zugrunde:

Jedes Format soll sich durch Hälfteln oder Verdop-
ln aus dem nächst größeren oder nächst kleineren Format
geben. Ferner soll jedes Format dem andern ähnlich sein.
eraus folgt, daß das Seitenverhältnis eines jeden Formates
$1:\sqrt{2}$ ist. Als Ausgang wurde eine Fläche von 841 ×
39 mm gleich 1 m², der Flächeneinheit des metrischen Maß-
stems, gewählt, die als A_0 bezeichnet wird. Durch vier-
liges Hälften ergibt sich hieraus der Geschäftsbriefbogen
mit der Seitenlänge 210 × 297 mm. In diesem Format er-
heinen die deutschen Normblätter. Zahlreiche Firmen
ben ihre Geschäftsvordrucke hierauf eingestellt. Etwa
führende technische Zeitschriften sind im Begriff, sich
f dieses Format einzustellen. Post und Behörden haben
angenommen, und die Schweiz, Österreich, Ungarn sowie
Tschechoslowakei haben es bereits eingeführt, und Hol-
d und Schweden sind im Begriff, es zu tun. Außer der
ihe A sind nach den gleichen Grundsätzen drei Zwischen-
hen festgelegt, die für Briefhüllen, Ordner, Rohbogen
l andere Zwecke Anwendung finden sollen. Normblätter
rfür sind in Arbeit.

Weitgehende Beachtung verdienen auch die Nor-
ngszahlen, Abb. 9. Das sind geometrische Zahlen-
hen mit 5, 10, 20 und 40 Gliedern. Sie ermöglichen den
fbau von Normenreihen mit gleichmäßiger Stufenzunahme
l geben eine Grundlage für den gesetzmäßigen Aufbau
r Maßnormen. Die Normungszahlen haben daher neben
allgemeinen Anwendung besonders bei der Festlegung
Drehzahlen für Riemenscheiben, der Druckstufen für
hrleitungen, der Leistungen und teilweise auch der Ab-
ssungen elektrischer Maschinen usw. wertvolle Dienste
eistet. Die Normungszahlen sind auch ein vorzügliches
ttel für die Einigung auf gesetzmäßiger Grundlage, wenn
ist infolge der verschiedenen Ansichten eine Einigung auf
heitlicher Grundlage schwer zu erreichen ist.

Eine grundlegende Werkzeugnorm bildet der Befestigungskegel für Bohr- und Fräswerkzeuge, wofür die metrischen Kegel 4 und 6, anschließend die Morsekegel 0 bis 6 und darauf folgend die metrischen Kegel 80, 100, 120 und 140 zu verwenden sind[1]). Die Normung erstreckt sich auf sämtliche Werkzeuge für die Metallbearbeitung, insbesondere Spiralbohrer, Reibahlen, Gewindeschneidwerkzeuge, Fräser und Meßmittel.

Maßnormung.

Einen breiten Raum in der Maßnormung nehmen die Maschinenteile ein. Unter diesen stehen an erster Stelle die Normen für Schrauben, für die allein mehr als 150 größtenteils abgeschlossene Normblätter vorliegen. Die Festlegung der Schlüsselweiten erfolgte in Anlehnung an die amerikanischen Maße, natürlich unter Umrechnung auf volle Millimetermaße. Die gleichen Schlüsselweiten haben die Schweiz, Österreich, Holland und Schweden angenommen.

Als weitere Maschinenteile wurden für die Normung bearbeitet: Niete, Paßstifte, Lagerbuchsen und Schmierringe, Stellringe, Zahnräder, Keile, Handräder und Handkurbeln, Griffe, Drahtseile und anderes mehr. Welchen Erfolg z. B. die Keilnormung gebracht hat, zeigt Abb. 10. Statt mit 307 Querschnitten vor der Normung kommt man jetzt mit 49 Querschnitten aus.

Eine Reihe von Fachnormen sind im Rahmen des NDI durch Zusammenarbeit mit den betreffenden Fachkreisen bearbeitet worden. Auf dem Gebiet der Kugellager ist bereits eine erfreuliche internationale Verständigung zwischen Amerika, Schweden und Deutschland, denjenigen Ländern, die für die Fertigung von Kugellagern hauptsächlich in Frage kommen, erfolgt. Die

[1]) s. Z. Bd. 67 (1923) S. 241.

Deutsche Industrie-Normen

Passungen
Übersicht
Einheitsbohrung

DIN 777

Gütegrad		Edelpassung	Feinpassung[1])	Schlichtpassung	Grobpassung
Bezeichnung	Bohrung	eB	B	sB	gB
	Bohrungslehre	eB = eG	B = G	sB = sG	gB = g1
DIN		18	19	148	159

Nullinie

Paßeinheit 1 PE = $0{,}005 \sqrt[3]{D}$

Sitz		Edelfestsitz	Edeltreibsitz	Edelhaftsitz	Edelschiebesitz	Edelgleitsitz	Festsitz	Treibsitz	Haftsitz	Schiebesitz	Gleitsitz	Enger Laufsitz	Laufsitz	Leichter Laufsitz	Weiter Laufsitz	Schlichtgleitsitz	Schlichtlaufsitz	Weiter Schlichtlaufsitz	Grobsitz g 1	Grobsitz g 2	Grobsitz g 3	Grobsitz g 4
Bezeichnung	Welle	F	T	H	S	G	F	T	H	S	G	EL	L	LL	WL	sG	sL	sWL	g 1	g 2	g 3	g 4
	Wellenlehre	F	T	H	S	W=G	F	T	H	S	W=G	EL	L	LL	WL	sW=sG	sL	sWL	gW=g1	g 2	g 3	g 4
DIN		26	58	25	24	23	26	58	25	24	23	22	21	20	52	151	150	149	163	162	161	160

Toleranzgebiet der Bohrung / der Welle

[1]) Der Preßsitz (DIN 54) ist in dieser Übersicht nicht enthalten.

März 1924 2. (erweiterte) Ausgabe

Abb. 6.

Deutsche Industrie-Normen

Passungen
Übersicht
Einheitswelle

DIN 778

Gütegrad		Edelpassung					Feinpassung[1])									Schlicht-passung			Grob-passung			
Sitz		Edelfestsitz	Edeltreibsitz	Edelhaftsitz	Edelschiebesitz	Edelgleitsitz	Festsitz	Treibsitz	Haftsitz	Schiebesitz	Gleitsitz	Enger Laufsitz	Laufsitz	Leichter Laufsitz	Weiter Laufsitz	Schlichtgleitsitz	Schlichtlaufsitz	Weiter Schlichtlaufsitz	Grobsitz g1	Grobsitz g2	Grobsitz g3	Grobsitz g4
Bezeichnung	Bohrung	eF	eT	eH	eS	eG	F	T	H	S	G	EL	L	LL	WL	sG	sL	sWL	g1	g2	g3	g4
	Bohrungslehre	eF	eT	eH	eS	eB=eG	F	T	H	S	B=G	EL	L	LL	WL	sB=sG	sL	sWL	gB=g1	g2	g3	g4
DIN		51	56	50	49	48	47	57	46	45	44	43	42	41	53	157	156	155	169	167	166	165

Paßeinheit $1\ PE = 0{,}005\ \sqrt[3]{D}$

30, 28, 26, 24, 22, 20, 18, 16, 14, 12, 10, 8, 6, 4, 2, Nullinie, -2, -4, -6, -8, -10

Bezeichnung	Welle	W	sW	gW
	Wellenlehre	W = G	sW = sG	gW = g1
DIN		40	154	164

Toleranzgebiet der Bohrung / der Welle

1) Der Preßsitz (DIN 55) ist in dieser Übersicht nicht enthalten.

März 1924 2. (erweiterte) Ausgabe

Abb. 7.

Vor der Normung

Folio-Format behördl. Akten (Reichsformat)

Quart-Formate Geschäftsbriefe

Privatbriefe

technische Zeichnungen Normblätter Weltformat

Werbsachen

Format A4 210 × 297

C6 114 × 162

Nach der Normung

Nach Dr. Porstmann, NDI

B7 (88×125)

Abb. 8. Normung der Papierformate.

DIN Ges. gesch.

Normungszahlen
Millimeter

DINORM 323

1÷10 mm				10÷100 mm				100÷1000 mm			
5er Reihe	10er Reihe	20er Reihe	40er Reihe	5er Reihe	10er Reihe	20er Reihe	40er Reihe	5er Reihe	10er Reihe	20er Reihe	40er Reihe
1	1	1		10	10	10	10	100	100	100	100
							10,5				105
		1,1				11	11			112	112
							12				118
	1,2	1,2			12,5	12,5	12,5		125	125	125
							13				132
		1,4				14	14			140	140
							15				150
1,6	1,6	1,6		16	16	16	16	160	160	160	160
							17				170
		1,8				18	18			180	180
							19				190
	2	2			20	20	20		200	200	200
							21				210
		2,2				22	22			225	225
							24				235
2,5	2,5	2,5		25	25	25	25	250	250	250	250
							26				265
		2,8				28	28			280	280
							30				300
	3	3			32	32	32		320	320	320
							34				340
		3,5				36	36			360	360
							38				380
4	4	4		40	40	40	40	400	400	400	400
							42				425
		4,5				45	45			450	450
							48				475
	5	5			50	50	50	•	500	500	500
							52				530
		5,5				56	56			560	560
							60				600
6	6	6		64	64	64	64	640	640	640	640
							68				680
		7				72	72			720	720
							75				760
	8	8			80	80	80		800	800	800
							85				850
		9				90	90			900	900
							95				950
10	10	10		100	100	100	100	1000	1000	1000	1000

Die Normungszahlen sollen zur Bemessung von Einzelteilen, sowie für Typenreihen von Maschir Apparaten, Bauwerken usw. benutzt werden, wenn nicht zwingende technische Gründe für die Wahl and Zahlen sprechen. Bei Paßmaßen ist der nächstliegende Normaldurchmesser nach DINORM 3 zu wähle

Normungszahlen über 1000 mm sind durch Vervielfachen der Zahlen zwischen 100 und 1000 mm mit 10, 100 usw bilden, Normungszahlen unter 1 mm entsprechend durch Teilen der Zahlen zwischen 1 und 10 mm durch 10, 100 usw. Zwis 1 und 10 mm genügt bereits die 20er Reihe als feinste Stufung; die 40er Reihe ist daher nicht angegeben.

Die Zahlen der 5er Reihe sollen möglichst den Zahlen der 10er Reihe, diese wieder denen der 20er Reihe und d schließlich denen der 40er Reihe vorgezogen werden. Zulässig ist, von einer Reihe der Normungszahlen zu einer benachba Reihe überzugehen

1. Januar 1922

RZ 578 ZI

Abb. 9. Normungszahlen.

mehrjährigen Verhandlungen haben im Jahre 1923 Oktober in Berlin zu einem vorläufigen Abschluß geführ. Als internationale Vorschläge sind zunächst Normen fr Querlager (Radiallager) für einen Durchmesserbereich v 4 bis 460 mm veröffentlicht worden. Deutschland sind diese Normen bere bis zum Wellendurchmesser 110 mm genommen. Ferner wurden im Janu 1924 in den „NDI-Mitteilungen" V schläge für internationale Normen Längskugellager (Axial- oder Drucklag) veröffentlicht, denen demnächst die N menvorschläge für Wechsellager fol werden. Diese Veröffentlichungen er gen auf Grund der im Jahre 1923 in rich getroffenen Vereinbarungen.

Auf dem Gebiete der Rohrleitu gen und Armaturen liegen sehr za reiche Entwürfe vor, die voraussichtl noch in diesem Jahre der Öffentlichk zur Anwendung übergeben werden k nen. Grundlegend für diese Arbeiten w die Festlegung von einheitlichen Dru stufen an Hand der bereits erwähn Normungszahlen. Abb. 11 zeigt die einigen Armaturenfirmen und im Ro leitungsbau bisher üblichen Druckstuf Weiter sind die nach den Dinormen setzmäßig aufgebauten Druckstufen an deutet, die sich auf die nach den N mungszahlen gebildeten geometrisc Druckstufenreihen aufbauen. Je e Druckstufe für Dampf und die nächst gende höhere Druckstufe für Wasser ten für die gleichen Abmessungen

Abb. 10. Erfolg der Keilnormung.

hrleitungen, und zwar die niedrigere Druckstufe, wenn die hrleitungen für Dampf, Gase und gefährliche Flüssigkeiten, d die höhere Druckstufe, wenn sie für Wasser und ungefährle Flüssigkeiten benutzt werden.

Die Normen für Gasrohre sind in Anlehnung an die engche Ausführung festgelegt, und zwar ist das bisher gebräuchle zylindrische Gewinde auf Veranlassung des Röhrenverbandes worfen, lediglich kegeliges Gewinde mit einem Kegel 1 : 16 ist genommen.

Bei der Normung der Flansche war man bemüht, die hraubenkreisdurchmesser der Normen von 1882 d 1900 beizubehalten, doch war eine Berichtigung an einigen llen zugunsten eines gesetzmäßigen Aufbaues notwendig. Man nnte sich zu dieser Änderung um so leichter entschließen, als annt ist, daß das Ausland von diesen Normen bereits abgehen ist. Hervorzuheben ist, daß man als Schraubenzahlen ts durch 4 teilbare Zahlen gewählt hat, um vierspindelige Bohrschinen verwenden zu können und um die Armaturen nicht senkrecht, sondern auch wagerecht einbauen zu können.

Auf dem Gebiet der Armaturen sind Gas- und Wasseraturen, Dampfarmaturen, Heizungsarmaturen, Druck- und rmemesser bearbeitet worden. Hierbei handelt es sich im sentlichen um die Festlegung der Einbaulängen und Anschlußße, während die Maße von Einzelteilen nur soweit festgelegt d, als mit einem häufigen Austausch von Teilen von verschieen Fabriken gerechnet werden muß.

Für Transmissionen liegen Normen für Wellendurchsser, Kupplungen, Lager, Vorgelege usw. vor. Abb. 12 zeigt, durch die Normung die Zahl der gebräuchlichen Wellenchmesser von 29 auf 18 herabgesetzt werden konnte, wodurch natürlich erhebliche Ersparnisse an Modellen für Zubehöre und in der Lagerhaltung ergeben. Auch bei der Transmissnormung handelt es sich im wesentlichen um die Festlegung Anschlußmaßen.

Zu erwähnen sind noch die Fachnormen für die Autoindustrie, für das Feuerlöschwesen, den Hebemaschinenbau und die Kinotechnik sowie die Arbeiten des Vereines deutscher Werkzeugmaschinenfabriken, dessen wichtigste Normen die Gewinde an den Spindelnasen der Drehbänke und die Werkzeugbefestigung an Fräsmaschinen sind.

Für die nachstehend aufgeführten Gebiete bestehen besondere Fachnormen-Ausschüsse, die ihre Arbeiten für sich selbständig durchführen, sie dann aber dem NDI zur endgültigen und einheitlichen Bearbeitung und Veröffentlichung übergeben.

Abb. 11. Heute übliche und genormte Druckstufen.

DIN Wellendurchmesser für Transmissionen

Vor der Normung 29 Durchm.

25⌀ 30⌀ 35⌀ 40⌀ 45⌀ 50⌀ 55⌀ 60⌀ 65⌀ 70⌀ 75⌀ 80⌀ 85⌀ 90⌀ 95⌀ 100⌀ 105⌀ 110⌀ 115⌀ 120⌀ 125⌀ 130⌀ 140⌀ 150⌀ 160⌀ 170⌀ 180⌀ 190⌀ 200⌀

Nach der Normung 18 Durchm

25⌀ 30⌀ 35⌀ 40⌀ 45⌀ 50⌀ 55⌀ 60⌀ 70⌀ 80⌀ 90⌀ 100⌀ 110⌀ 125⌀ 140⌀ 160⌀ 180⌀ 200⌀

Abb. 12. Erfolg der Wellennormung.

Im Bauwesen hat man sich mit der Aufstellung einheitlicher technischer Baupolizei-Bestimmungen, mit der Maßnormung von Ziegeln, Holzbalken und Dachhölzern, Fenstern und Türen, Treppen, Kanalisationsgegenständen, Straßenbau, Eisen- und Brückenbau, Feldbahngerät usw. befaßt. Die Elektrotechnik hat Normen für Spannungs- und Stromstufen, Edison-Gewinde, Werk- und Isolierstoffe, Fernmeldetechnik, Maschinen und Transformatoren, Elektrizitätszähler, Bedienungsteile, Kabel und Zubehör usw. aufgestellt. Für den Kraftfahrzeugbau liegen Sondernormen über Schrauben, Lehren und Werkzeuge, Motorteile, Zündkerzen, Wagenteile, Luftreifen, Felgen usw. vor. Der L komotivbau hat eine weitgehende Maßnormung für f sämtliche Lokomotivteile vorgenommen. Im Eisenbah wagenbau sind grundlegende Normen für die Massenfertigu austauschbarer Wagen und Wagenteile geschaffen worden, sich nicht nur auf die Festlegung der Hauptabmessungen schränken, sondern auch auf die Angabe von Herstellungsto ranzen für zahlreiche Einzelmaße, die für den Zusammenb irgendwie von Bedeutung sind, erstrecken.

Ein besondrer Ausschuß wird sich mit der Normung Bergbau befassen, ein andrer wird die Normung im Lan maschinenbau wiederaufnehmen.

Werkstoffnormen.

Zum Schluß muß noch die dritte Gruppe der Normen, nä lich die Werkstoffnormung, erwähnt werden. Die Werkst normen zerfallen in drei Hauptgruppen: Werkstoffprüfung, Ei und Stahl und Nichteisenmetalle.

Bei der Werkstoffprüfung handelt es sich neben Festlegung der Zeichen und Begriffe um die Aufstellung all meiner Richtlinien für die Prüfung der Werkstoffe durch v schiedene Versuche: Zugversuch, Brinellversuch, technologis Versuche.

Die Normung für Eisen und Stahl — neuerdings zeichnen wir alles auf flüssigem Wege hergestellte, ohne Na behandlung schmiedbare Eisen als „Stahl" — zerfällt in e Normung der Eigenschaften (Festigkeit und Zusammensetzu) und der Abmessungen der gewalzten und gezogenen Erzeugni wie Bleche, Rohre und Profile und deren Herstellungsgenauigk Auch bei den Nichteisenmetallen handelt es sich ei seits um die Festlegung der Eigenschaften für die verschiede Metalle, wie Kupfer, Zink, Zinn, Aluminium, Nickel und verschiedenen Legierungen daraus und anderseits um die F legung der Maße und Toleranzen für Halbzeuge aus diesen tallen und Metallegierungen wie Bleche, Rohre, Stangen Drähte.

Im Gegensatz zu andern Ländern ist die Werkstoffnorm in Deutschland noch nicht so weit gediehen wie die Maßnorm Der Grund ist, daß diese Frage in Deutschland durch zahlre behördliche Bestimmungen weitgehend geregelt war und die Werkstoffnormung infolge der widerstreitenden Intere der Erzeuger und Verbraucher weit schwieriger als die M normung durchzuführen ist. Die Arbeiten auf dem Gebiet Werkstoffnormung sind aber auch bereits so weit vorgeschrit daß in absehbarer Zeit über 70 Normen vorliegen dürften.

Insgesamt hat der NDI bis zum 1. Oktober 1924 e 740 Normblätter herausgegeben, wovon 213 auf die Fachnor ausschüsse entfallen. Etwa 600 Entwürfe und Vorstandsvorl sind zurzeit in Arbeit. [B 57

Perlitguß.

Unter Perlitguß versteht man ein Gußeisen, dessen Gefüge in der Hauptsache aus Perlit mit eingelagertem Graphit besteht, und das demzufolge besonders günstige Festigkeitseigenschaften aufweist. Die Herstellung des Perlitgusses nach dem Lanzschen Verfahren[1]) besteht im wesentlichen in der Verbindung zweier Mittel: In einer zweckentsprechenden Gattierung und in einer richtigen Regelung der Abkühlungsverhältnisse nach dem Guß. O. Bauer[2]), der Untersuchungen über die Festigkeitseigenschaften des nach dem Lanzschen Verfahren hergestellten Perliteisens im Vergleich mit andern Gußeisensorten durchgeführt und die technischen Anwendungsmöglichkeiten des Perlitgusses erörtert hat, kommt dabei zu günstigen Ergebnissen. Neuerdings hat nun K. Emmel[3]) Untersuchungen angestellt, aus denen hervorgeht, daß man zur sichern Bildung von Perlit in mittel- und starkwandigen Gußstücken mit niedrigem Siliziumgehalt auch ohne das Lanzsche Verfahren zum Ziele kommt, wenn die Gattierung richtig gewählt ist.

Auf Grund von Analysen und Gefügeaufnahmen führt er den Nachweis, daß für die Perlitbildung im allgemeinen ein Silizium- und Mangangehalt von etwa 1 vH erforderlich ist, daß hingegen ein reichlicher Schwefelgehalt, wie er von Bauer empfohlen wird, eher schädlich als nützlich ist. Auch der von Bauer vertretenen Ansicht, daß Perlitguß das für Kolbenringe geeignete Material sei, kann Emmel nicht zustimmen, da auch Kolbenringe mit ausgesprochenem Ferritgefüge sich im Betriebe bestens bewährt haben. Auf Grund seiner Erfahrungen neigt er zu der Annahme, daß weder das Kleingefüge Eisenkohlenstoff das Ausmaß an Kohlenstoff und Graphit, vielmehr Form und Vertei des Graphits es sind, die auf die Haltbarkeit der Kolbenringe be mend wirken. [N 318] Dr.-Ing. A. Pom

[1]) DRP Nr. 301 913.

[2]) „Das Perliteisen, seine Herstellung, Festigkeitseigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten", „Stahl und Eisen" 26. April 1923 S. 553.

[3]) „Perlitguß", „Stahl und Eisen" 27. März 1924 S. 331.

Die Ausnutzung der Erdwärme.

Die Versuche, den aus den Ausbrüchen der Vulkane und he Quellen stammenden natürlichen Dampf auszunutzen, gehen schon au Jahr 1904 zurück. Damals betrieb Prince Piero Ginori Conti Leiter der Larderellowerke in Toscana mit derartigem Dampf Dampfmaschine von wenigen Pferdestärken. 1905 lief schon Maschine von 20 PS[1]).

Schwierigkeiten entstanden insbesondere dadurch, daß der D nur etwa 1 at Überdruck hatte und außerdem noch starke Beimengu von Borsäure, Kohlenoxyd, Schwefelwasserstoff und Helium ent Durch Verwendung eines aus Aluminium hergestellten besonderen dampfers konnte man aber schon 1914 die vorhandene Wärmeen benutzen und mittelbar Dampf erzeugen, der genügte, eine Krafta von 7500 kW Leistung zu betreiben. Tiefere Bohrungen haben inzwis ermöglicht, mit größeren Drücken und höheren Temperaturen unmittelbarer Benutzung des ausgestoßenen Dampfes wesentliche besserungen zu erreichen.

Die Aussichten auf wohlfeile Energiegewinnung sind in Lä wie Alaska, Kalifornien, Chile, Bolivien, Japan, Neu-Seeland und an die über eine große Zahl derartiger heißer Quellen verfügen, recht Das wird bestätigt durch Versuche, die man auf diesem Gebiet Kalifornien kürzlich unternommen hat. [N 639]

[1]) Vgl. „The Chemical Age Bd. 11 (1924) S. 61

Stand der Kohlenstaubfeuerungen für Dampfkessel in Deutschland.

Von Dipl.-Ing. Fr. Schulte, Direktor des Dampfkessel-Überwachungs-Vereins der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund zu Essen-Ruhr.

(Schluß von S. 1025.)

Entschlackung und Entaschung.

Eine weitere sehr wichtige Frage, die noch bis in die ...te Zeit die Einführung der Kohlenstaubfeuerung sehr er...ert hat, ist die der Entschlackung und Entaschung. Während ... die Flugasche aus den Zügen mit den bereits bekannten ...ln leicht beseitigen kann, bereitete es die größten Schwierig...n, die flüssige oder trockene Schlacke aus dem Feuerraum ...ntfernen. Hierbei sind die Schlackenabfuhr im flüssigen ...im trockenen Zustand voneinander zu unterscheiden. Die ...ikaner sind schon seit Jahren fast allgemein zur Beseiti... der Schlacke in trockenem Zustand durch Vergrößerung ...Brennkammer nach unten, Einblasen kalter Luft oder durch ...nit Wasser gekühltes Rohrsystem übergegangen.

Zahlentafel 5.

...elzpunkte von Aschen verschiedener Kohlensorten.

Herkunft	Kohlensorte	Zahl der Proben	Schmelzpunkt von °C	Schmelzpunkt bis °C	Schmelzpunkt Mittel °C
Ruhr	Fettkohle	75	1005	1330	1195
„	Gaskohle	25	1150	1350	1250
„	Gasflammkohle	50	1145	1360	1235
„	Magerkohle	40	1030	1340	1165
Rheinland	Braunkohle	1	—	—	1230
Oberschlesien	Steinkohle	1	—	—	1215
Amerika	„	5	1320	1458	1390
Frankr. (Bruay)	Fettkohle	—	—	—	1435
„ „	Gaskohle	—	1235	1250	1245

Die Art der Maßnahme hängt jeweils vom Schlacken...elzpunkt ab, der in verhältnismäßig weiten Grenzen, nämlich ...hen 1000 und 1500 ° schwankt. Zahlentafel 5 zeigt, daß die ...elzpunkte der Ruhrkohlen im allgemeinen niedriger als die ...er Kohlen sind, worauf bekanntlich auch das schwierige ...alten der Ruhrkohlen auf Planrosten zurückzuführen ist. ...eutschland hat man bis vor kurzem fast allgemein versucht, ...chlacke flüssig zu entfernen. Neuerdings geht man aber ...r mehr dazu über, sie trocken abzuführen. Die Erfahrung ... daß sich die flüssige Schlacke leicht in feste Form über...n läßt. Es gehören verhältnismäßig geringe Luft-, Wasser-...Abdampfmengen dazu. Natürlich muß man die eingeblasene ... oder Dampfmenge genau regeln können. Die Beiluft kann ...er Bemessung des Luftüberschusses berücksichtigt werden, ...ß die Kühlluft den wirtschaftlichen Luftüberschuß nicht er... Durch das Einblasen der Kühlluft kann man noch als ...wirkung der Flamme eine bestimmte, gewollte Richtung ... Auch das Abschrecken der Schlacke mittels gekühlter ...t hat sich durchaus bewährt, wobei, wie bei Luftkühlung, als ...lhafte Nebenwirkung die Schonung des feuerfesten Mauer... in der untersten heißen Zone erreicht wird.

Führt man die Schlacke in flüssiger Form ab, so muß man ...f achten, daß das Schlackenloch im Bereich der Flammen...en liegt, weil sonst die Schlacke am Lochrand er... und das Loch allmählich zuwächst. Auch dann ... besonders bei zähflüssiger Schlacke mit hohem ...elzpunkt, das Schlackenloch zuwachsen. Stellen...ei hat man versucht, dies durch Blasen der Flamme ... das Schlackenloch zu verhindern, wobei aber die ...er des Schlackenloches stark leiden und öfter er...t werden müssen. Diese Art der Schlackenbeseiti... ist daher keine glückliche Lösung. Nach dem Ge...n kann auch die Schlackenfrage im großen und ...n als gelöst angesehen werden.

Ausgeführte Anlagen.

Abb. 12 und 13 zeigen den Feuerraum einer Kohlen...feuerung an einem Einflammrohrkessel von rd. ... Heizfläche. Feuerungen dieser Art sind zurzeit ...un Kesseln zum Teil seit 4000 Brennstunden in Be... und haben sich bisher sehr gut bewährt. Die ...ebenen Richtlinien für die Ausgestaltung der Feuer... sind hierbei vorbildlich beobachtet worden. Der ...chenraum zwischen feuerfestem und Außenmauer... wird von der Verbrennungsluft bespült, die sich dabei auf 130° erhitzt. Das feuerfeste Mauerwerk hat nur 12 cm Dicke und ist auf der unteren Seite gegen das Außenmauerwerk durch Rippen abgestützt. Der ganze Feuerraum ist annähernd kugelförmig, so daß sich die Flamme im oberen Teil frei entfalten und die Schlacke im unteren Teil durch den trichterförmigen Auslauf abgezogen werden kann. Die Kuppelform des oberen Teils macht ferner besondere Absteifung und Verankerung überflüssig.

Das Kohlenstaub-Luftgemisch tritt ungefähr in der Mitte der Kuppel senkrecht von oben nach unten mit einem Unterdruck von 5 bis 6 mm ein. Der Kohlenstaub fällt also gewissermaßen in den Feuerraum hinein. Ein besonderer Brenner ist nicht vorhanden. Trotzdem schlägt die Flamme nicht in die Zuleitung zurück. Die Beiluft wird teils durch neun ungefähr in Höhe der Flammrohrmitte angeordnete Luftrohre eingeführt, wovon vier regelbar sind, teils schräg seitlich von oben durch je ein Rohr rechts und links, teils senkrecht von unten nach oben gegen die Flammenspitze. Das letztere Luftrohr ist durch einen kegelförmigen Schamotteaufsatz geschützt, der zugleich eine allzu starke Wärmeabstrahlung auf das darunter befindliche Wasserbad verhindert. Der von unten nach oben eingeführte Luftstrom kühlt den heißesten Teil der der Flamme gegenüberstehenden Wandungen des Feuerraums und schreckt die ausgeschleuderten Schlackentröpfchen ab, so daß sie körnig in das Wasserbad gelangen, dort vollends abkühlen und leicht abgezogen werden können.

Bemerkenswert ist die geringe Ausdehnung des Feuerraums, die ermöglicht, solche Anlagen auch in alten Kesselhäusern unterzubringen. Bezogen auf 1 t/h verfeuerten Kohlenstaub erfordert die Feuerung 37 m^3, während die Wärmeleistung normal 200 000 kcal/m^3h, im Höchstfall rd. 300 000 kcal/m^3h beträgt. Die Flammenlänge beträgt nur noch etwa 2 bis 3 m. Ansintern von Flugasche oder Schlacke an der Flammrohrmündung findet nicht statt. Das Flammrohr ist nicht ausgemauert, nur die erste Flammrohrrundnaht ist gegen Stichflammen geschützt. Flugasche, die sich im Flammrohr ablagert, wird pneumatisch entfernt. Die Anlage ist auf einer Zeche des rheinisch-westfälischen Industriegebietes im Betrieb und von dem Leiter und Beamten der Zeche nach monatelangen Versuchen in die vorliegende Form gebracht worden.

Abb. 14 zeigt den Feuerraum einer Kohlenstaubfeuerung an einem Babcock- & Wilcox-Schrägrohrkessel. Auch hierbei sind die angegebenen Richtlinien beachtet. Das feuerfeste Mauerwerk wird durch Kanäle zwischen feuerfestem und Außenmauerwerk gekühlt, durch welche die Verbrennungsluft eingeführt wird. Das Gemisch von Kohlenstaub und Luft tritt wieder senkrecht von oben nach unten ein. Freie Flammenentfaltung ist durch die weite Form der Feuerkammer ermöglicht.

Die Kammer hat keinerlei Vorsprünge und Einbauten. Die Flamme ist der freien Abstrahlung an die Heizfläche durch die weite Öffnung voll ausgesetzt. Berührung des Mauerwerks durch die Flamme wird durch deren etwas nach vorn geneigte Richtung vermieden. Auch diese Feuerung ist mehrere 1000 Stunden in

Abb. 12 und 13. Kohlenstaubfeuerung für einen Einflammrohrkessel.

Betrieb und hat sich bewährt. Die Ausführung erfolgte durch die Deutschen Babcock- & Wilcox-Dampfkesselwerke in Oberhausen.

Auch bei dem Feuerraum eines Steilrohrkessels, Abb. 15 und 16, sind die Richtlinien gut beobachtet. Bemerkenswert ist hierbei, daß die Möglichkeit der Abstrahlung am Steilrohrkessel noch größer als beim Schrägrohrkessel ist, da fast die ganze vordere Rohrlänge der Flammenbestrahlung ausgesetzt wird. Die Kühlung des unteren Feuerraums und die Überführung der Schlacke in körnigen Zustand erfolgt hierbei durch einen Rost aus wassergekühlten Rohren. Die Rohre münden vorn und hinten in Wasserkammern, die an den Oberkessel angeschlossen sind, so daß die Rohre die Heizfläche des Kessels vergrößern und zur Dampfbildung mit beitragen.

Eine Sonderbauart für Kohlenstaubfeuerungen ist der Bettington-Kessel, der aus dem Schrifttum[1]) bereits hinreichend bekannt ist. Ein solcher Kessel ist in Deutschland bereits seit längerer Zeit in Betrieb und hat sich bisher gut bewährt. Insbesondere macht die Stein- und Schlackenfrage bei diesem Kessel keine Schwierigkeiten. Da jedoch hierbei eine unmittelbare Abstrahlung der Flamme möglich ist, so dürfte der Kessel auch in der Leistung hinter andern zurückstehen. Auch der weniger gute Wasserumlauf bei diesem Kessel dürfte eine übermäßige Belastung nicht ratsam erscheinen lassen. Ferner kann die obere Sammelkammer durch den unmittelbar über dem Feuerraum liegenden gewölbten Boden bei nicht ganz reinem Speisewasser eine Quelle von Störungen sein, da sich auf diesem Boden Kesselstein ablagern und Ausbeulungen des Bleches verursachen kann.

Von den gebräuchlichsten Kesselbauarten, dem Steilrohrkessel, dem Schrägrohr- und dem Flammrohrkessel, eignet sich zweifellos der Steilrohrkessel am besten für die Kohlenstaubfeuerung, weil die Abstrahlung an die Heizfläche hierbei am größten und die Wandfläche der Feuerkammer am kleinsten sein kann. Auch der Schrägrohrkessel ermöglicht eine gute Abstrahlung. Am wenigsten eignet sich der Flammrohrkessel, der heute noch die vorherrschende Bauart ist. Bei ihm ist die Ausnutzung der strahlenden Wärme so gut wie ausgeschlossen.

Die Verbrennung des Kohlenstaubes muß im allgemeinen in dem Feuerraum vor dem Kessel beendet sein. Bisher ist es noch nicht gelungen, die Flamme zwecks besserer Ausnutzung der strahlenden Wärme in das Flammrohr einzuführen, doch ist es nicht ausgeschlossen, daß man durch zweckmäßigere Bauart die strahlende Wärme wenigstens zum Teil ausnutzbar macht. Daß die Flamme die Heizfläche bei dieser Kesselbauart berührt, ist kaum ein ernstes Hindernis, weil das Verhältnis der berührten Heizfläche zur Rauchgasmenge zu klein ist, um die Temperatur unter den Zündpunkt des Kohlenstaubes zu vermindern, was bekanntlich bei Wasserrohrkesseln eintritt. Die Dampfleistung kohlenstaubgefeuerter Flammrohrkessel ist dementsprechend gering und beläuft sich im Mittel auf weniger 20 kg/m²h, sie erreicht also immerhin noch fast dieselbe H wie bei Rostfeuerungen.

Abb. 14. Kohlenstaubfeuerung für einen Schrägrohrkessel.

Abb. 15 und **16.** Brennkammer der Kohlenstaubfeuerung für einen Steilrohrkesse

Zusatzfeuerungen.

Eine besondere Art der Kohlenstaubfeuerung sind die satzfeuerungen, die an Gas-, Öl- oder Wanderrostfeuerungen gebracht werden können. Sie haben sich in manchen Fä glänzend bewährt und sollen vornehmlich folgende Vorteile ha

1. Schneller Ersatz für ausbleibenden Brennstoff (Gas,
2. Übernahme von Betriebschwankungen,
3. keine Zündgewölbe, sichere Zündung des Brennstoffes dem Rost,
4. ausreichender Flammenweg und Brennraum,
5. große Haltbarkeit des Mauerwerks,
6. schnelle Leistungssteigerung,
7. bessere Brennstoffausnutzung,
8. geringere Zugstärke,
9. geringer Kraftverbrauch,
10. leichte Schlackenabfuhr.

Bei Versuchen des Bayerischen Revisionsvereins[2]) w bei der Kohlenstaub-Zusatzfeuerung in wenigen Minuten Leistung um 36 vH gesteigert. Die Zugstärke betrug nur W.-S., gegenüber 26 mm W.-S. bei reiner Rostfeuerung. In dessen ist kein Saugzug für die Erzielung der Spitzenlei erforderlich. Auch kann man den Schornstein kleiner beme Der Kraftbedarf für Vermahlung und Zuführung des Ko staubes hat nur 0,6 vH, bezogen auf die gesamte verfe Kohlenmenge, und 2,3 vH, bezogen auf den verfeuerten Ko staub, betragen.

Versuchsergebnisse.

Schon aus amerikanischen Veröffentlichungen ist bek daß sich die Wirkungsgrade kohlenstaubgefeuerter Kessel schen 80 und 90 vH, also ungefähr auf derselben Höhe, wi guten Wanderrostfeuerungen, bewegen. Auch deutsche Vers s. Zahlentafel 6, enthalten diese Werte.

Diese Zusammenstellung enthält neueste Versuche, die her nicht veröffentlicht wurden. Versuch 1 an einem Flamm kessel nach Abb. 12 und 13 ergab einen Wirkungsgrad von ohne Ekonomiser, ein außerordentlicher Erfolg, der mit k andern Feuerung in einem Flammrohrkessel hätte erreicht können. Bemerkenswert ist, daß der Überhitzer zu klein und daß die Ausnutzung bei 245 ° Überhitzungstemperatur gering ist. Die Kohlenstaubfeuerung ist also bei Flamm kesseln, trotz verhältnismäßig geringer Heizflächenleistung, andern Feuerung überlegen. Die Versuche 3 und 4 an S rohrkesseln ergaben die vom Wanderrost her bekannten kungsgrade. Hier ist also die Kohlenstaubfeuerung der Wa rostfeuerung nicht überlegen. Wegen der übrigen, aus frü Veröffentlichungen bekannten Vorteile der Kohlenstaubfeue

[1]) Vergl. z. B Z. Bd. 57 (1913) S. 2084.

[2]) Z. bayr. Rev.-Ver. Bd. 25 (1922) S. 117

tafel 6. Ergebnisse von Verdampfversuchen mit Kohlenstaubfeuerungen.

s Versuches	1	2	3	4
les Versuches . . .	10. 6. 24	11. 6. 24	30. 10. 23	30. 5. 24
des Versuches . . h	8	8	8	8
t des Kessels . . .	Einflammrohrkess.		Schrägrohrkessel	
äche des Kessels m²	82,26	82,26	200,00	350,00
„ Überhitzers „	36,00	36,00	61,00	100,00
„ Vorwärmers „	—	—	130,00	—
nstoff:				
lenstaub - Durchgang rch Sieb 5000 . . vH.	97,5	97,5	65,0	—
nbares . . . . „	88.76	89,31	82,14	75,34
sser . . . . . . „	2,05	1,80	2,45	3,35
he . . . . „	9,19	8.89	15,41	21,31
wert . kcal/kg	7243	7311	6750	6230
eizt insgesamt . kg	1070	1250	4210	5000
kstände an Asche und hlacke insgesamt kg	14	21	520	—
kstände, bezogen auf Brennstoffmenge vH	1,31	1,68	12,4	—
brennliches in den ickständen . vH	—	—	41,6	—
sewasser:				
dampft insgesamt kg	10 281	11 476	31 644	38 310
dampft auf 1 m² Heiz- iche . . . kg/m²h	15,62	17,44	—	17,90
peratur beim Eintritt l. Vorwärmer . °C	—	—	43	—
peratur beim Austritt d. Vorwärmer . . °C	64	64	85	32
pf:				
druck im Kessel at	9,0	8,3	10,8	12,0
peratur beim Austritt d. Überhitzer . . °C	263	247	331	315
ugungswärme kcal/kg	648,4	640,4	703,5	705,5
gase:				
peratur am Kessel- de . . . . . °C	208	209	295	307
peratur hinter dem auchgasvorwärmer °C	—	—	126	—
peratur in der Brenn- mmer . . . . °C	1450	1480	1480	—
lensäuregehalt am sselende . . vH	10,8 (14,2)*)	11,0 (14,4)	15,6	15,0
erstoffgehalt am sselende . . . „	9,0 (4,2)	8,0 (3,9)	3,0	4.5
überschußzahl . .	1,75	1,62	1,20	1,27
stärke über dem st . . . . mm W.-S.	—	—	—	1
stärke am sselende . . „	6,4	9,0	1,3	4,0
stärke hinter mVorwärmer „	—	—	—	—
peratur der Verbren- ngsluft . . . . . °C	27	30	20	36
ampfung:				
Brennstoff verdampft ser . . . . kg	9,60	9,18	8,20	7,66
bnisse:				
Brennstoff erzeugt mpf v. 640 kcal/kg kg	9,73	19	9,05	8,45
Heizfläche lief. Dampf n 640 kcal/kg kg/h	15,83	17,45	23,80	19,70

äneverteilung:	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH
bar:								
a) n Kessel	5785	79,9	5522	75,5	4797	71,07	4875	76,3
b) Überhitzer	445	6,1	359	4,9	647	9,59	525	8,4
c) Vorwärmer	—	—	—	—	346	5,13	—	—
Summe 1	6230	86,0	5881	80,4	5790	85,79	5400	84,7
loren:								
a) n freier Wärme in den chornsteingasen . . .	789	10,9	774	10,6	306	4,54	726	11,7
b) urch Unverbranntes den Rückständen .	—	—	—	—	46	0,68	—	—
c) urch unverbr. Gase, eitung, Strahlg. usw.	224	3,1	656	9,0	608	8,99	104	3,6
Summe 2	1013	14,0	1430	19,6	960	14,21	830	13,3
Summe 1 u. 2	7243	100,0	7311	100,0	6750	100,0	6230	100,0

*) Klammerwerte: hinter dem Flammrohr.

insbesondere wegen der schnellen Anpassungsfähigkeit und Regelbarkeit, sowie wegen des Fortfalls der Verluste durch Unverbranntes in den Herdrückständen, dürfte jedoch die Kohlenstaubfeuerung auch hier dem Wanderrost überlegen sein.

Betrieb und Wirtschaftlichkeit.

Die Aufbereitung des Kohlenstaubes stellt betrieblich eine Erschwerung dar und beeinträchtigt die Wirtschaftlichkeit. Man muß jedoch berücksichtigen, daß die Aufbereitanlage, wenigstens bei Zentralanlagen, völlig aus dem Kesselhaus herausgelegt und in eigenen Gebäuden untergebracht werden kann, wo sie die Übersichtlichkeit des Kesselbetriebes nicht stört, und daß sie wegen des völlig mechanischen Betriebes sehr wenig Wartung beansprucht. Auch bei ziemlich großen Anlagen genügt für die Wartung der Maschinen ein Mann. Selbstverständlich muß man fordern, daß die Kosten der Aufbereitung (Dampfverbrauch, Kapitaldienst, Löhne, Betriebskosten) durch die höhere Wirtschaftlichkeit der Kohlenstaubfeuerung zum wenigsten ausgeglichen werden. Hierbei wird oft nicht die Ausnutzung des Brennstoffes in der Feuerung oder im Dampfkessel, sondern die Ausgabe für Brennstoffe den Ausschlag geben, die wieder durch die Kosten der Ursprungkohle maßgebend beeinflußt wird.

Bei Verwendung von Steinkohle sei für die Stochfeuerung Förderkohle, für den Wanderrost Nußkohle, für die Kohlenstaubfeuerung Feinkohle zum Vergleich herangezogen. In den Hauptkohlengebieten Deutschlands, dem Ruhrgebiet und Oberschlesien, betrugen hierfür die Preise am 1. Juli 1924:

Ruhr-Fettförderkohle . . .	16,50 ℳ/t
Ruhr-Fettnußkohle	22,50 „
Ruhr-Magerfeinkohle	11,— „
Oberschl. Kleinkohle . . .	11,60 „
Oberschl. Stückkohle . . .	18,60 „
Oberschl. Staubkohle . . .	5,50 „

Sind die Heizwerte für Ruhr-Fettförderkohle 7000, Ruhr-Fettnußkohle 7500, Ruhr-Feinkohle 7000, oberschl. Kleinkohle 6000, oberschl. Stückkohle 6600 und oberschl. Staubkohle 6000 kcal/kg, so kosteten 1 000 000 kcal bei:

Ruhr-Fettförderkohle	2,36 ℳ
Ruhr-Fettnußkohle	3,— „
Ruhr-Magerfeinkohle	1,58 „
Oberschl. Kleinkohle	1,94 „
Oberschl. Stückkohle	2,80 „
Oberschl. Staubkohle	0,92 „

Bei der Ruhrkohle ist also die für die Kohlenstaubfeuerung geeignete Magerfeinkohle im Zechenpreis um 47 vH billiger als Nußkohle und um 33 vH billiger als Förderkohle, in Oberschlesien die Staubkohle um 67 vH billiger als Stückkohle und um 52 vH billiger als Kleinkohle. Bei Verwendung der Abfallkohlen der Steinkohlenaufbereitung dürften die Preisunterschiede noch größer sein, doch kämen dann die Kosten für die Trocknung des Brennstoffs hinzu.

Bei Braunkohle verwendet man mit Vorliebe den Brikettabrieb für die Kohlenstaubfeuerung, weil er ohne Vortrocknung verwandt werden kann. Durch die Ausbreitung der Kohlenstaubfeuerung ist jedoch die Nachfrage nach diesem Abrieb bereits derartig gestiegen, daß der Bedarf nicht gedeckt werden kann. Dementsprechend sind auch die Preise in die Höhe geschnellt. Von Rohbraunkohlen kommen verschiedene Kohlensorten nicht in Frage, weil sie für den Versand nicht besonders aufbereitet werden. Eine Aufbereitung erfolgt nur insofern, als in den Brikettfabriken die Klarkohle vorzugsweise für die Brikettierung, die Knorpelkohle für den Versand bestimmt wird. Bei der fortgeschrittenen maschinellen Gewinnung der Förderbraunkohle hat die zum Versand gelangende Kohle zurzeit auch in der Regel einen hohen Gehalt an Klarkohle. Braunkohle muß, wie bekannt, für die Verfeuerung als Kohlenstaub stets getrocknet werden. Hier geben also die Kosten der Aufbereitung mehr als bei der Steinkohle den Ausschlag. In sehr vielen Fällen wird Wirtschaftlichkeit nur vorhanden sein, wenn man die Braunkohle ganz oder teilweise durch Abhitze trocknen kann. Hierfür stehen gerade den Brikettfabriken große Abhitzemengen zur Verfügung, da wegen des heiß zurücklaufenden Kondensates die Dampfkesselabhitze nicht in Vorwärmern ausgenutzt werden kann.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei Steinkohlenfeuerung die Kohlenstaubfeuerung vor allen Dingen durch die Möglichkeit der Verwendung billiger, minderwertiger Sorten überlegen ist. Wahrscheinlich wird bei fortschreitender Verbreitung der Kohlenstaubfeuerung die Nachfrage nach minderwertigen Sorten, insbesondere nach Feinkohlen, steigen, doch wird ihr Preis stets unter dem Preis von Förderkohle liegen.

Bei einem Vergleich mit Wanderrostfeuerungen ist auch zu berücksichtigen, daß diese die hohen Wirkungsgrade nur bei hochwertiger Kohle von gleichmäßiger Körnung und bei guter Betriebsüberwachung, die Kohlenstaubfeuerung dagegen gleichen Wirkungsgrad mit minderwertiger Kohle bei weniger guter Betriebsüberwachung erreicht. Betrieblich von großem Vorteil sind ferner die schnelle Anpassungsfähigkeit und Regelbarkeit der Kohlenstaubfeuerung, deren Auswirkungen sich jedoch im Fabrikationsgang stärker als in der Wirtschaftlichkeit geltend machen. Es wäre verfehlt, dem Einfluß guter Regelbarkeit auf die Ausnutzung des Brennstoffes im Dampfkessel eine allzu große Bedeutung beizumessen; haben doch die Versuche von Kammerer und auch neuere Versuche an Dampfanlagen mit Wärmespeichern[1]) bewiesen, daß die Wirtschaftlichkeit der Dampfkessel, auch sogar bei Handfeuerung, innerhalb sehr weiter Grenzen der Belastung nicht sehr verschieden ist.

Für den Betrieb sind endlich sehr wichtig die Ersparnis an Arbeitskräften, die Einfachheit der Bedienung und die Unabhängigkeit von den Heizern. Die Kohlenstaubfeuerung kann von jedem ungelernten Arbeiter bedient werden und fordert keine besonderen Vorkenntnisse über Brennstoffe und Verfeuerung, sowie keine körperliche Geschicklichkeit. Den wirtschaftlichsten CO_2-Gehalt kann man bei Vorhandensein geeigneter Apparate aufs schnellste einstellen. Die völlig maschinelle Betriebsweise ergibt die Möglichkeit, ganze Kesselbatterien von einem Punkt aus zu lenken, wie es in Amerika bereits geschieht. Im Kraftwerk der Fordschen Automobilfabrik in Detroit werden die Kohlenstaubzufuhr und der Luftüberschuß für jeden Kessel durch elektrische Fernschaltung von einem Punkt aus eingestellt. Bei Anwendung des Betriebsüberwachungssystems in dem bekannten Kraftwerk der Chemischen Werke Griesheim Elektron in Bitterfeld ergibt sich bei der Kohlenstaubfeuerung eine weitere wesentliche Vereinfachung des Betriebes durch Fortfall des Schürens und Abschlackens. Der Kesselwärter hat in solchen Anlagen im wesentlichen nur noch die Aufgabe, Wasserstände und die Flamme zu beobachten. Bei der geschilderten Art der Schlackenabführung läßt sich auch Austragen der Schlacke aus den Schlackenkammern auf ma nelle Weise bewirken, so daß die Zahl der Arbeitskräft Kesselhaus auf ein ganz geringes Maß beschränkt wird. S ohne die letztere Vereinfachung hat man z. B. auf einer Z des rheinisch-westfälischen Industriegebietes mit neun ko staubgefeuerten Kesseln bei durchgehender Arbeitsweise und schließlich der Arbeitskräfte für die Aufbereitung 19 M gespart.

[1]) Z. Die Wärme 1924 S. 261 u. f.

Die geschilderten betrieblichen und wirtschaftlichen teile müssen in dem Dampfpreis zum Ausdruck kommen. Angaben zweier Zechen des Ruhrgebiets mit bewährten Ko staubfeuerungen hat sich bei der einen Anlage der Dampf um 30 vH, bei der andern um 35 vH gegenüber der gemis Verfeuerung von Förderkohle und Abfallstoffen der Steinko aufbereitung verbilligt. Auf Grund wirklicher Unterlagen fü Einrichtung der Kohlenstaubfeuerung gibt eine dieser Ze an, daß sich je nach der Wahl der Mühlenbauart die Ko staubfeuerung in sechs bis neun Monaten bezahlt macht. B oberschlesischer Kohle wird sich wegen der größeren U schiede der in Frage kommenden Kohlensorten die Anlage schneller bezahlt machen.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Schwierigkeiten im vergangenen Jahre noch der Einführung der Kohlens feuerung entgegenstanden, im wesentlichen als überwunden g können. Die neuesten Ausführungen in Deutschland zeigen reits einen bemerkenswerten Grad der Vollkommenheit, B triebsicherheit und Wirtschaftlichkeit. Vieles bleibt jedoch zu tun, um die Kohlenstaubfeuerung auf den Stand der kommenheit zu führen, die ihr die vollkommene Beherrsc der Stoffe und die weiteste Verbreitung in der Industrie sic Aufgabe der Feuerungstechniker in den nächsten Jahren is dieses Ziel zu erreichen, woran nach den vielversprechenden E folgen der letzten Jahre nicht mehr zu zweifeln ist. [B 5]

Deutsche Forschungsarbeit.

Um Doppelarbeit vorzubeugen und die bei der heutigen deutschen Wirtschaftslage gebotene Gemeinschaftsarbeit deutscher Forschungsstätten im Sinne seines am 1. Februar d. J. in München gehaltenen Vortrags[1]) zu fördern, hat der Vorsitzende des wissenschaftlichen Beirates und Kurator des Vereines deutscher Ingenieure, Geh. Baurat Dr.-Ing. eh. G. Lippart, eine Umfrage an eine Reihe von Forschungsstätten gerichtet und darin um Bekanntgabe der im Gange befindlichen Arbeiten zur fortlaufenden Veröffentlichung an dieser Stelle gebeten. Die erste Mitteilung ist daraufhin in Heft 23 S. 600 erschienen. Weitere Auskünfte haben inzwischen folgende Forschungsstätten erteilt:

VI. Laboratorium für Wärmekraftmaschinen der Techn. Hochschule München. (Vgl. Heft 23.)
IX. Physikalisches Institut der Techn. Hochschule München.
X. Laboratorium für technische Physik der Techn. Hochschule München.
XI. Mechanisch-technisches Laboratorium der Techn. Hochschule München.
XII. Hydraulisches Institut der technischen Hochschule München.
XIII. Technische Hochschule Aachen.

Es bedeutet
a) abgeschlossen, aber noch nicht veröffentlicht, b) in Arbeit, c) geplant.

Maschinenbau.

Maschinenteile.

1. Strömungserscheinungen an Ventilen (XIII b).
2. Verlust in Labyrinthdichtungen (X b).
3. Wärmeverhältnisse an Kurbelwellenlagern (XIII b).

Kraftmaschinen.

4. Untersuchungen an einer Gleichstrom-Dampfmaschine (VI b).
5. Untersuchungen an einem Glühkopf-Rohölmotor (VI b).
6. Zündpunktfeststellung von Dieselmaschinenölen (VI b).
7. Zerstäubung von Schwerölen (X b).
8. Kavitationsversuche mit Francisturbinen (XII a).
9. Bestimmung der hydraulischen Verluste in Rohrverzweigungen (XII a).

Arbeitsmaschinen.

10. Strömungserscheinungen an Ventilen (XIII b).
11. Untersuchungen an einem Ventilatorkühler (VI b).
12. Vorgang in der Verdichtungsdüse (X b).

Wärme.

13. Bestimmung der spezifischen Wärme des überhitzten Wasserdampfes oberhalb 30 at (X b).
14. Temperaturänderung expandierender Luft ohne äußere Ar leistung (Thomson-Joule-Effekt) bei ganz tiefen Temperaturen
15. Wärmedurchgang durch Wände (X b).
16. Wärmeübergang von Gasen an Rohre und Röhrenbündel (X.
17. Temperaturmeßfehler infolge unrichtigen Einbaues der Meßg (X b).
18. Wirtschaftliche Verfeuerung verschiedener Brennstoffe in eis Hausbrandöfen (XIII b).

Strömung.

19. Strömungserscheinungen an Ventilen (XIII b).
20. Verlust in Labyrinthdichtungen (X b).
21. Bestimmung der hydraulischen Verluste in Rohrverzweig (XII a).

Baustoffe.

22. Verdrehungsversuche (XI a, b).
23. Elastische Formänderung geschlitzter Rohre (XI b).
24. Untersuchung über Kerbschlagzähigkeit (XI b).
25. Schalldurchlässigkeit von Wänden (X b).
26. Beanspruchung von Rohren auf zusammengesetzte Fest (XIII b).
27. Einfluß von Kerben (XIII b).

Elektrotechnik.

28. Experimentelle Untersuchungen über Schwingungskreise mit kernspulen (IX a).
29. Frequenzvervielfachung in einer Stufe (IX b).
30. Herstellung von Hochfrequenz-Schwingungen mit Maschinen einem neuen Verfahren (IX b).
31. Isolationsstoffe für Kondensatoren in Hochfrequenzkreisen (IX
32. Verfahren zur Milderung atmosphärischer Störungen in der losen Telegraphie (IX b). [N 6]

[1]) Z. Bd. 68 (1924) S. 89.

Lange Wasserversorgungsleitungen[1]).

Viele amerikanische Städte sind genötigt, das Wasser für ihr sorgungsnetz aus großen Entfernungen heranzuführen. Die L der erforderlichen Hauptzuführungsleitungen betragen für Norfol Portsmouth (Va.) etwa je 32, Denver (Va.) 40, Butte (Mont.) 43, Ph (Ariz.) 52, Tulsa (Okla.) 97, New York 194, San Francisco 248 Angeles 380 km. In Kanada finden sich Entfernungen von 61 k Victoria und von 158 km in der Stadt Winnipeg. Die längste W versorgungszuleitung in Europa, der Apulische Aquädukt in Südit hat dagegen eine Länge von 248 km. Sie dient zur Versorgung 266 Orten mit einer Gesamtlänge der abzweigenden Einzelzuleit von 1350 km. Die längste Zuleitung überhaupt ist die Coolgardie-leitung in Australien mit 565 km Länge. [N 622]

[1]) Vgl. „Eng. News. Rec." Bd. 92 Nr. 25

Grundlagen und neuere Fortschritte der Zahnrädererzeugung.

Von Prof. K. Kutzbach, Dresden.

Vorgetragen im Verein deutscher Ingenieure, Bezirksverein Dresden und Österr. Verband, Wien.

(Schluß von S. 920.)

Schleifen der Zahnräder.

gehärtete Zahnflanke aus Chromnickelstahl mit weichem, Kern stellt zurzeit für alle Fälle, wo große Haltbarkeit chtigkeit wichtiger als geringer Anschaffungspreis sind, rebenswerte Ideal dar; anderseits nötigt die Volum- g des Stahls beim Härten und seine Folge, das Verziehen, , wenn genaue Passung verlangt wird, die harten Flanken chleifen nacharbeitet, so daß heute Härten und Schleifen ner zusammengehören. (Ob das Nacharbeiten immer sein muß, hängt auch vom Härtegrad der Oberfläche den Fortschritten der Schneidstähle ab.) Auf der andern uchen die Vorbearbeitung der Flanken und die Sorgfalt irten nicht die besten zu sein, wenn die Räder nachher schliffen werden. Nur muß man darauf achten, daß bei harbeit die dünne Einsatzhärteschicht geschont wird. erschiedene Maßnahmen, z. B. Verbesserung der Zahn- nzform oder Einspannen der Räder zwischen Platten und ufiges Eintauchen der Räder in ein Härtebad (Gleasons schine), kann man allerdings erreichen, daß sich die leichförmiger verziehen, so daß sie bis auf geringen Aus- ohne Nachschleifen brauchbar sein sollen, aber voll- und sicher läßt sich das Verziehen, insbesondere wenn ine Härtemaschinen verwendet, nicht beseitigen. Schleif- en gibt es zurzeit nur für geradzahnige Stirnräder und gelräder mit geraden Zähnen im Plankegel, s. Abb. 21. ker); bei den vielen übrigen Flankenlinien muß man noch Schleifen verzichten, da es sich bisher noch nicht lohnte, hende Schleifmaschinen zu entwerfen und zu bauen.

s erfolgreichste Schleifmaschinen für Stirnräder gelten wohl die Maschinen von Maag und von Lees-Bradner. schine von Maag, die bereits früher[1]) beschrieben und einigen Hundert Ausführungen verbreitet ist, kann man iebige Zahnradbreiten verwenden (Abb. 36 zeigt den organg), während die neue Maschine von Lees-Bradner[2]), nur auf die schmalen Automobilzahnräder zugeschnitten i der Maschine von Maag wird die Abnutzung des 7 mm Arbeitsrandes der beiden kleinen Schmirgelscheiben, die chtsflanke und eine Linksflanke bearbeiten, durch einen Sekunden nachfühlenden Diamantstift nachgeprüft; die werden nach Bedarf nachgestellt. Dagegen sucht man Maschine von Lees-Bradner den Einfluß der Abnutzung durch ungewöhnlich große Schmirgelscheiben (¾ m Dmr.) wett zu machen, die den Vorteil haben, daß sie die geringe Zahnbreite des Wechselgetriebe-Rades ohne axialen Vorschub beherrschen. Dadurch wird die Maschine vereinfacht und der Schleifvorgang beschleunigt. Da man aber die rechte und die linke Flanke nicht gleichzeitig schleifen kann, geht durch das Umspannen des Rades wieder Zeit verloren. In Abb. 37, links oben, ist die Begrenzung der Schleifscheibe deutlich erkennbar. Das Schleifen dauert für jede Zahnflanke eines normalen Motorwagenrades angeblich nur 15 Sekunden (ohne Aufspannen und Umspannen). Die Firma J. E. Reinecker, Chemnitz, hat vor kurzem eine ähnliche Maschine auf den Markt gebracht, Abb. 38.

Auch größere Stirnräder mit schrägen Zähnen oder Kegelräder mit kreisbogenförmigen Zähnen könnte man mit Hilfe von

[1]) Bd. 66 (1921) S. 1379, Werkstatts-T. Bd. 18 (1924) S. 97.

[2]) rgl. Machinery Okt. 1923 S. 85, Werkstatts-T. Bd. 18 (1924) S. 188

RZ386Z34u35

Abb. 37. Zahnrad-Schleifmaschine von Lees-Bradner (Böhm & Bormann, Berlin).

Abb. 36. Die Schleifwerkzeuge der Zahnrad-Schleifmaschine von Maag.

RZ386BZ38

Abb. 38. Zahnrad-Schleifmaschine von J. E. Reinecker, Chemnitz, Modell 1924.

pendelnden und geradlinig oder im Kreisbogen geführten Schleifscheiben genau so gut schleifen, wie man sie durch Hobelstäbe oder Frässcheiben bearbeitet. Voraussetzung für die marktfähige Durchbildung solcher Schleifmaschinen ist aber ein hinreichender Bedarf an Rädern bestimmter Größen.

Das Stoßrad-Verfahren von Fellows.

Zum Herstellen einer Planverzahnung B_0 mit parallelen Flankenlinien kann man gemäß Abb. 8 (S. 916) nicht nur einen krümmungsfreien Kamm A_0, sondern auch die Schabbewegung eines unmittelbar als Werkzeug ausgebildeten gekrümmten Zahnrads A_n, Abb. 39, benutzen, das sich längs der Flanken hobelnd rasch auf und ab verschiebt und sich allmählich abwälzt, so daß Wälzbewegung und Umlaufbewegung zusammenfallen. Dieses Verfahren hat der Amerikaner Fellows 1899 eingeführt und für Außen- und Innenstirnräder mit axial und schräg gerichteten parallelen Zähnen angewendet, Abb. 40 und 41. Daß sich hierbei Werkzeug und Werkstück drehen können, während der Wälzpunkt stehen bleibt, hat bei Stirnrädern einen großen Vorteil.

Die Fellows Gear Shaper Co., Springfield, hat diese Maschine vor und nach Ablauf des Hauptpatents weitergebildet, u. a. liefert sie für die Massenbearbeitung schmaler Getriebe-Zahnräder seit kurzem, wie es heißt auf Veranlassung von Ford, eine Ausführung für Automobilfabriken, worauf die Räder in der gleichen Aufspannung mit dem gleichen Schneidrad vorgeschruppt und fertig gehobelt werden; das Stoßrad führt dabei bis zu 600 Arbeitshüben in der Minute aus. Diese Maschine, Abb. 42, ist auch wegen der Maßnahmen zur Verminderung bewegter Massen, z. B. Aluminium-Pleuelstange und Aluminiumhebel, und zur Erhöhung der Genauigkeit und Spielfreiheit aller Führungen bemerkenswert[1]).

In Deutschland haben nach Ablauf der Patente von Röber & Co., Chemnitz[2]), die Zimmermann-Werke, Chemnitz, Lorenz, Ettlingen, u. a. das Stoßradverfahren wegen der Güte der Hobelarbeit aufgenommen. Abb. 43 zeigt die bequeme Anwendung des Verfahrens zum Hobeln eines Stückes mit Außen- und Innenverzahnung. Für Innenverzahnungen ist es heute das einzige Abwälzverfahren, das billig und genau arbeitet.

In England hat neuerdings Sykes das Stoßradverfahren für Pfeilräder weiterentwickelt, u. a. hat es die Power Plant Co., West Drayton, selbst für die größten Schiffsgetrieberäder an-

[1]) Machinery Januar 1922 S. 407. Eine ähnliche Maschine haben die Zimmermann-Werke, Chemnitz, neuerdings auf den Markt gebracht.

[2]) Vergl. Werkstatts-T. Bd. 18 (1924) S. 87.

RZ386Z39

Abb. 42. Fellows-Schnelläufer (Böhm & Bormann, Berli

gewendet, wobei je ein Stoßrad beim Hin- und Rückg wagerecht geführten Werkzeuggestänges arbeitet[3]). Abb. ein nach Sykes, ein mit der Fellows-Maschine und ein Schraubenfräser nach Wüst bearbeitetes Pfeilrad mit de die Verfahren bedingten Abweichungen.

Das Zahnrad kann als Stoßrad nicht in der gleiche wie ein Zahnkamm nachgeschliffen werden, da sein durch Zähnezahl und normale Durchmesserteilung besti Auf der andern S ein entsprechender winkel (3 bis 4°) gesamte Profil v sein. Infolgedess den beim Nach der Scheibe die kleiner und die Z würde zu schma man nicht beim F hobeln zwei Schn die linken und die Flanken) ausführe Eine weitere Eige keit der Stoßrade ist, daß die e Zähne nicht genau Zahnstange erzeug chen, da die relati bahn der Zahnka ders ist. Zwei i Weise verschieden Zahnräder von Teilung und gleich form arbeiten da nicht ohne weitere miteinander. Bei I verzahnung sind die hältnisse noch sch Schließlich ist zu nen, daß das Stoß Sekundärwerkzeug Gegensatz zum Ka der als geradflank märwerkzeug vo

[3]) „Engineering" Bd S. 520/22

Abb. 43. Hobeln von Innen- und Außenverzahnung.

Abb. 39. Stirnräder-Stoßrad (Zimmermann-Werke).

RZ386Z10

Abb. 41. Verzahnen eines Schrägzahn-Stirnrades mit Fellows-Automat.

RZ386Z8

Abb. 40. Verzahnen eines doppelten Kraftwagengetriebe-Stirnrades.

t ohne weiteres auf seine Genauigkeit nachgeprüft wer-
. Zur genauen Herstellung des Stoßrades sind besondre
schinen notwendig, ebenso wie für die Schraubenfräser.
Fellows-Verfahren verdient besondere Beachtung, weil
ur reine Wälzgetriebe mit geraden oder schrägen Zähnen,
auch angenäherte Wälzgetriebe nach Abb. 1 *d* liefert.
zeigt eine Verbindung von Plankegelrad mit Zylinder-
lem Vorteil der axialen Verschiebbarkeit des Zylinders.
elrad erhält eigentümliche Zähne, die außen breiter und
mäler sind, aber mit einem Fellows-Stoßrad genau her-
erden können[1]). Abb. 46 zeigt links die Verbindung
der Fellows-Maschine erzeugten Planhyperboloids mit
hrägzahnzylinder, gegenüber dem mechanisch überhaupt
eugbaren hyperbolischen Kegelradgetriebe (rechts) ein
her Fortschritt[2]).

Fellows-Verfahren bietet überhaupt bei der Herstellung
lmäßigen, zahnähnlichen Vorsprüngen in konzentrischen

a b c

Abb. 44. Pfeilräder, bearbeitet.
ppelstoßrad nach Sykes, *b*) mit einfachem Stoßrad nach Fellows, *c*) mit Schraubenfräser nach Pfauter-Wüst.

bb. 46. Schräg-Kegelräder.
linder mit hyperbolischem Planrad,
hts hyperbolische Kegelräder.

Abb. 45. Verbindung von Plankegelrad mit Zylinderrad.

Abb. 47. Rudge-Nabe mit Längsriffelung.

n großen, viel zu wenig bekannten Vorteil, z. B. für
schiebbare Kupplungen und zur Sicherung der Lage von
f Wellen durch Längsriffeln, wie von Kraftwagennaben,
und Luftschraubennaben sowie zur Befestigung auf Hohl-
uch von beliebigen Zahnbogen nach Abb. 48 auf einem
r neuen Fellows-Maschine; das Bild zeigt die gleichzeitige
ng von acht gleichen Zahnbogen. Bei Ausbildung ent-
der Stoßmaschinen kann man eine Riffelung durch ein
Rad auf alle Innen- und Außendurchmesser übertragen.
önnte man die Verbindung durch Feder und Nut, die
rer starken Wellenschwächung besonders bei Hohlwellen
rflich ist, an vielen Stellen ersetzen.

n Einschleifen von Zahnrädern kann man das Fellows-
n in der Weise anwenden, daß man das Werkzeug als
hartes und genaues Rad auf dem Werkstück während
nseitigen Abwälzens unter Last axial hin und her
nd dadurch mit Hilfe von Schleifmitteln vorgearbeitete
ken schleift oder poliert. Ein höchst bemerkenswertes
n dieser Art hat neuerdings eine amerikanische Auto-
rik veröffentlicht[3]).

[1] r die genaue Form dieser Verzahnung und ihre bemerkenswerte rkeit für Wechselgetriebe s. Z. Bd. 60 (1916) S. 1069.

[2] hinery 1923 S. 265, Werkstatts-T. Bd. 18 (1924) S. 199.

[3] hinery 1923 S. 209, Werkstatts-T. Bd. 18 (1924) S. 110.

Die Schraubverfahren.

Unverzahnte oder verzahnte Hüllkörper, deren Achsen sich kreuzen, rufen im Betrieb eine Gleitbewegung längs ihrer Berührungslinien hervor, beide Körper verschrauben sich aufeinander. Ist diese Gleitbewegung ungünstig für den Betrieb, so ist sie um so bequemer für die mechanische Zahnraderzeugung. Man braucht nur ein Erstrad schraubenförmig verzahnt und zum Schaben hergerichtet zu haben, um dann ein Zweitrad dadurch verzahnen zu können, daß man aus der relativen Gleit- oder Schraubbewegung des Erstrades gegenüber dem Zweitrade eine spanabhebende Schabbewegung macht. Auch zum Erzeugen des Erstrades braucht man als „Nullrad" nur eine Scheibe zu verwenden, deren Umfang gleichzeitig die kreisbogenförmige Berührungslinie mit dem Zweitkörper bildet, Abb. 49. Ist R_0 der Halbmesser dieser Scheibe, die etwa so gelegt werden kann, daß sie die Achse $O_1 O_1$ des Körpers 1 in sich enthält (Kreuzungswinkel $\delta = 0$), von dieser aber um den Kehlhalbmesser R_1 entfernt ist, so entsteht ein hohler Ring als Drehkörper, von dem man natürlich nur einen inneren

Abb. 49. Erzeugung von Globoidschrauben durch umlaufende verzahnte Scheibe (Kreisbogen als Erzeugende).

Abb. 48. Gleichzeitige Herstellung von acht gleichen Zahnbogen.

Teil a, einen äußeren b oder einen seitlichen c bequem ausführen kann. Ist die Nullscheibe am Rande mit z_0 Zähnen oder Flanken versehen, so erzeugt der im Übersetzungsverhältnis wandernde Zahn als Gegenrad eine hohle Ringmutter mit z_1 Zähnen oder Gängen. Der innere Teil a dieser Ringmutter wird nach Reuleaux' Vorschlag meist als „Globoidschraube", in Amerika als Hindley-

Abb. 51. Herstellung des Mutterrades durch die als Fräser ausgebildete zylindrische Schraube (Maschine von Pfauter, Chemnitz).

schraube[1]) bezeichnet. Der Kehlhalbmesser R_1 kann größer und kleiner als Null sein und auch bis $\pm\infty$ wachsen. Dann wird aus der Ringmutter eine normale Mutter.

Wird der Halbmesser der Scheibe $R_0 = \infty$, so ist die Erzeugende des Drehkörpers eine Gerade; die Flankenlinie, die beim Wandern eines Punktes auf dem Drehkörper entsteht, wird eine zylindrische, kegelige oder hyperbolische Schraube oder eine entsprechende Spirale. Abb. 50 zeigt die verschiedenen Körper und Flankenlinien für Kehlhalbmesser R_1 von 0 bis ∞

[1]) Nach dem englischen Mechaniker Hindley.

und Kreuzungswinkel δ von 0 bis 90°. Die Steigung kann auch hier von 0 bis ∞ und ebenso die Teilung in weiten Grenzen geändert werden. Das Flankenprof zunächst ganz beliebig sein.

Sind die Erstkörper in dieser Weise als Zylinder, Hyperboloid oder Globoid erzeugt und mit Flanken verse können sie als Werkzeuge die durch Achsrichtung, entfernung, Lage der Kreuzungspunkte und Zähnezahl stimmten Zweitkörper unter gegenseitiger Drehung im Ve $n_1 : n_2 = z_2 : z_1$ als Hüllkörper zwangläufig erzeugen. E stellt man dabei die Gegenkörper zuerst in plastischer durch Verdrängen in Schraubgetriebe her und gießt diese Eisen oder Bronze ab, s. Abb. 46 rechts, oder, und das häufigste Fall, man läßt das Erstrad als spanabhebendes zeug arbeiten, Abb. 51. Das ist das älteste, rein mechanis fahren zur Herstellung von Verzahnungen. Da hier die F

Abb. 50. Einfluß von R_1 und δ auf die Form der Schr

Abb. 52 und **53.** Plattenschrauben zur Erzeugung von Wälzrädern im reinen Schraubverfahren.

Abb. 57 und **58.** Hüllkörper des Zylinders bei Kreuzungswinkel $\delta > 0$ (Rotationshyperboloid).

Abb. 54. Scheibenschraube zur Erzeugung von Kegelrädern im reinen Schraubverfahren.

Abb. 59. Hüllkörper Zylinders bei Kreuzung $\delta = 90°$ (Globoid a und Scheib

Abb. 55. Erzeugung eines Wälzzahnrades in ununterbrochener Drehung.

Abb. 60 und **61.** Erzeugung von Stirnrädern durch Schraubenfräser.

ider zylindrischen Schraube gleichgültig ist, sollte man im In- e der Lebensdauer, der Schmierung und der Verringerung der ng davon ausgehen, daß sich die Flanken möglichst gut an- lerschmiegen. Aus diesem Grunde erscheinen die Evol- tschraube mit größeren Flankenwinkeln (20° bis 30°) und nseitige Zykloidenschraube günstiger als die jetzt übliche ntenschraube mit 15° Flankenwinkel.

Man kann aber beide Körper auch unabhängig als irper so erzeugen, daß sie zusammenpassen, wobei die r der Flanken zeichnerisch oder rechnerisch bestimmt Ist zum Beispiel in einem Schraubgetriebe die gemein- Erzeugende der beiden Hüllkörper gleichzeitig ihre Be- gslinie, so genügt es zur Festlegung passender Flanken- wenn eine Punktreihe von gleicher Teilung t_e auf der Er- den wandert, während sich beide Räder im Verhältnis $= z_2 : z_1$ drehen und dabei jede Schraube die Steigung t_e hat. Fallen die Erzeugenden nicht zusammen, z. B. beim dgetriebe, so müssen mindestens die Teilpunkte auf jeder rzeugenden so wandern, daß sie immer gleichzeitig im tpunkte der Erzeugenden zusammentreffen. Auf diese Weise man zeichnerisch zusammenpassende Flankenlinien von rperpaaren leicht festlegen, dagegen ist die vollständig un- gige Festlegung passender Flankenprofile mit größeren, oft rwindlichen Schwierigkeiten verbunden.

Reines Schraubverfahren für Wälzräder.

chraubgetriebe, die aus einem Zylinderrad (oder Kegelrad) r einen Seite und einer Plattenschraube (oder Scheiben- be) auf der andern Seite bestehen, bieten die Möglichkeit, Wälzräder unmittelbar im „reinen Schraubverfahren" zu en, Abb. 52 und 53. Dieses Verfahren findet aber bisher größere Anwendung. Die Zähne der Plattenschraube werden adelartig allmählich an den Wälzkörper herangeführt, und hraube wird zwangläufig während des Räumens gedreht; hraffierte Eingriffsfeld E der Wälzschraube muß vom eug ganz bedeckt sein. Gegebenenfalls muß man bei en Zähnezahlen das Rad weiterschalten, nachdem einige bearbeitet sind, damit die nächsten erzeugt werden können. erkzeug ist teuer, aber für alle Zähnezahlen von gleicher g verwendbar.

equemer für den Aufbau der Maschine, aber in der Her- g wesentlich teurer und in der Anwendbarkeit beschränkt s Scheibenwerkzeug für Kegelräder, Abb. 54. Immerhin en diese reinen Schraubverfahren für manche Zwecke Beachtung.

Schraubwälzverfahren.

Fellows-Schraubrad. Wälzt die Nullscheibe oder eugscheibe der Abb. 49 während der Verzahnung allmäh- der Richtung der Werkstückachse weiter, Abb. 55, so ent- statt der Globoidschraube in dem verschobenen Teil bei ler Verschiebung auf dem Innenkörper eine zylindrische ube vom Halbmesser R_i, auf dem Außenkörper eine zylin- e Mutter vom Halbmesser R_a. Man kann so in ununter- ener Drehung ein Wälzzahnrad erzeugen, und zwar um so r, je geringer die Steigung des Rades ist. Die Fellows Co. ch dieses Schraubradverfahren neben ihrem Stoßradver- ausgebildet und in neuester Zeit (1923) zur Erzeugung hnecken- und Schraubenrädern von nicht zu großem Steig- verwendet, Abb. 56. Sie behauptet, damit wesentlich r als durch Drehen und Fräsen diese Körper erzeugen zu n. In ähnlicher Weise benutzt Simons dieses Schraubrad auch zur Herstellung von Abwälzschraubenfräsern [1]).

[1]) Werkstatts-T. Bd. 18 (1924) S. 222.

A. 56. Verfahren von Fellows zur Erzeugung von Schrauben.

Abb. 64. Fräser für Kettenräder.

Wird die Nullscheibe oder das Schraubrad nicht parallel ($\delta = 0$), sondern im Winkel zur Werkstückachse abgewälzt gemäß Abb. 50, so entsteht eine Kegelschraube oder eine Hyperboloidschraube. Bewegt man die Nullscheibe senkrecht zur Werkstückachse radial ($\delta = 90°$), so entsteht ein Plankegel mit archimedischer Spirale, liegt aber die Eingriffslinie dabei außerhalb der Werkstückachse, vgl. Abb. 50, so entstehen Planhyperboloide mit evolventischen Kurven. Diese Möglichkeit, Plankegel oder Planhyperboloide zu erzeugen, kann man nach dem zweiten Gesetz der Allgemeinverzahnung, das in Abb. 8 (S. 916) und im Fellows-Stoßverfahren zum Ausdruck kommt, auch zur Erzeugung von nicht ebenen Kegelrädern ausnutzen, indem die erzeugende Nullscheibe (entsprechend A_n in Abb. 8) auf der Eingriffslinie der gedachten Plankegelschraube B_0 sich abwälzt, und das zu erzeugende Kegelrad B_n sich gleichzeitig unter der gedachten Gegenverzahnung A_0 so abwälzt, daß es mit der Nullscheibe A_n stets in Eingriff ist[2]). Die entsprechenden Maschinen werden aber heute noch nicht gebaut.

Schneckenfräser. Wesentlich älter als diese Anwendung des Fellows-Schraubrades im Schraubwälzverfahren ist die Anwendung der zylindrischen Schraube, Abb. 57 und 58. Der Hüllkörper 2 zu einer zylindrischen Schraube 1 ist bei gekreuzten Achsen ein Rotationshyperboloid, dessen Asymptoten nicht durch die Mitte M gehen, sondern um den Zylinderhalbmesser parallel verschoben sind. Im Grenzfall $\delta = 90°$ setzt sich der Hüllkörper aus einem Globoid a und zwei Planhyperboloiden b zusammen, Abb. 59. Die Verzahnung des Globoids a erfolgt, wie in Abb. 51, durch den Zylinder 1 als Werkzeug (Schraubenfräser), indem die nach Art einer Räumnadel mit Zähnen versehenen Zahnrücken die Lücken im Gegenrad ausräumen, während sich Werkzeug und Werkstück langsam im umgekehrten Verhältnis ihrer Zähnezahlen drehen. Eine Verzahnung des Planhyperboloids b für den Zylinder 1' ist in Abb. 46 links dargestellt.

[2] DRP 311856 Zusatz vom 16. 3. 18; E. H. Windquist, Göteborg; ferner Verfahren von Taylor-Hotchkiss, „Engineering". Bd. 113 (1922) S. 400.

Abb. 62.

Abb. 62 und 63. Pfauterverfahren zur Erzeugung von Schrägzahn-Stirnrädern (Maschine von Pfauter, Chemnitz.)

Abb. 63.

Ist im Sonderfall die mittlere Steigung des Schraubenfräsers, der in das Hyperboloid, Abb. 57 und 58, eingreift, gerade parallel zur Achse des Hüllkörpers, so kann der Schraubenradfräser während des Schraubens, wie Abb. 60 in einer Ansicht von oben und von der Seite zeigt, in der Richtung $a—b$ ohne weiteres verschoben werden, so daß zwischen den beiden Endstellungen A und B des Fräsers ein zylindrisches Wälzrad entsteht. Dieses Verfahren wurde 1856 von Ch. Schiele in England zum Patent angemeldet, brauchte aber bis zu seiner Verwirklichung noch viele Jahre. Es wäre, genau genommen, als Schraub-Schabverfahren zu bezeichnen, wobei sich der Schraubenfräser 1 in die in Abb. 60 angedeutete gedachte Planverzahnung 3 einarbeitet, die gleichzeitig mit dem wirklichen Rade 2 nach rechts weiterwandert. Das Verfahren ist aber nur ein Grenzfall des allgemeineren Schraub-Wälzverfahrens.

Die Benutzung der Schraubenfräser-Abwälzung zum Erzeugen zylindrischer Wälzräder mit beliebig schrägen Zähnen gelang erst 1896, vierzig Jahre nach Schiele, durch Pfauter, Chemnitz, den Erfinder des allgemeinen Schraubwälzverfahrens, Abb. 61. Damit sich nämlich beim Erzeugen schräger Zähne das Werkzeug 1 nicht in den schrägen Zahnlücken des Werkstücks 2 oder der zugehörigen Planverzahnung 3 von a nach b, sondern parallel zu dessen Achse in der Richtung $a—c$ verschiebt, läßt man das Werkstück während der Werkzeugbewegung $a—c$ eine zusätzliche Drehbewegung $ad = bc$ ausführen, wodurch mit einem Mal die nach dem ununterbrochenen Verfahren arbeitende Maschine ganz allgemein verwendbar wird, Abb. 62 und 63. Die anfänglich nach Abb. 57 und 58 erzeugten Schraubenhyperboloide verwandeln sich dabei allmählich durch axiale Werkzeugverschiebung in Schraubenzylinder.

Das Schraubwälzverfahren läßt sich für jede Art von regelmäßiger Verzahnung von beliebiger axialer Länge verwenden. z. B. beim Schneiden von Kettenrädern, Abb. 64, oder genuteten Verschiebewellen für Wechselgetriebe, jedoch im Gegensatz zum Stoßradverfahren nur für Außenverzahnungen.

Erst vor kurzem (1922) hat das Schraubwälzverfahren noch eine weitere Vereinfachung durch den „90°-Fräser" von Gould & Eberhardt, Newark, erfahren, der mit seiner Achse genau unter $\delta = 90°$ zur Richtung der Zahnlücken eingestellt wird, Abb. 65, so daß die zugehörige Räderfräsmaschine, besonders bei geradzahnigen Rädern, noch einfacher als bisher werden kann.

F o r m d e s S c h r a u b e n f r ä s e r s. Um mit dem Schraubenfräser normale Wälzzahnräder erzeugen zu können, muß man die Schraube als Wälzrad oder Wälzschraube ausbilden, die sich auf der gewünschten Planverzahnung abwälzen läßt. Für Evolventenverzahnungen brauchen wir eine „Evolventenschraube", deren Flanken durch räumliche Abwicklung zweier Fäden F_l und F_r, Abb. 66 und 67, auf einen Grundzylinder vom Halbmesser ϱ_0 gebildet werden könnten. In der Seitenansicht ist die Evolventenschraube durch die Erzeugenden $(F_l)_0$ und $(F_r)_0$ begrenzt, im Längsschnitt durch Kurven K_m, die in den Wendepunkten der Grundzylinderschrauben mit einer Spitze beginnen und sich den Erzeugenden $(F_l)_0$ und $(F_r)_0$ asymptotisch nähern, im Querschnitt, Abb. 67, ist sie durch reine Evolventen begrenzt. Die wirkliche Schraube hat einen Fußzylinder, dessen Halbmesser ϱ_f größer oder kleiner als ϱ_0 sein kann. Der Steigungswinkel γ_0 der Schraube auf dem Grundzylinder in C_0 ist auf dem mittleren Halbmesser in C_m nur mehr γ_m.

Diese Evolventenschraube kann man folgendermaßen richtig erzeugen:

1. Durch eine Planverzahnung oder Zahnplatte A_0, Abb. 68, beim Abwälzen die Schraubenlücke verdrängt. Die Berührung zwischen den beiderseitigen Flanken sind gleichzeitig die Erzeu der Schraubenfläche. Bei der wirklichen Erzeugung tritt an Stel Zahnplattenflanken jedes Werkzeug (Hobel, Fräser, Schleifer), das die Plattenflanken erzeugen könnte. Für die Lage der Berüh linien ist die Lage des Wälzpunktes C in der axialen Projektio gebend. Gewöhnlich nimmt man den Wälzpunkt im Abstand ϱ_m an, dann gehen auch die Berührungslinien $(F_l)_m$ und $(F_r)_m$ du und bilden die „Eingriffslinien". Der Neigungswinkel γ_f der plattenflanken ist dann d gung γ_m der Schraube. In besonderen Grenzfall lie Wälzpunkt unendlich f C_∞); dann sind $(F_l)_\infty$ und im Grundriß parallel zue und $\gamma_f = 0$. Die Zahnflank Platte bilden in dieser einen Winkel $\delta = 90°$ n Achse der Schraube (90° von Gould & Eberhard

Abb. 66 bis 68. Herstellung von normalen oder 90°- Schrauben.

Abb. 71 und 72. Kegelrä Fühlkörper mit Berührung B und ihre Abwicklung gemeinsame Berührungse

Abb. 69. Abhängigkeit der Grundzyl größe und Steigung vom mittleren Fl linienwinkel γ_m des Evolventenschr fräsers.

Abb. 65. 90°-Fräser von Gould & Eberhardt, Newark.

Abb. 70. Üblicher Schraubenfräser für Stirnraderzeugung.

gungswinkel γ_0 der Erzeugenden ist gleich dem Flankenwinkel α Zahnprofils der Zahnplatte.

Der Halbmesser ϱ_0 des Grundzylinders im Verhältnis zu ϱ_m läßt ebenso wie die Größe von γ_0 für beide Fälle leicht berechnen[1]) ist für $\alpha = 15°$ in Abb. 69 abhängig vom mittleren Flankenwinkel γ_m getragen. Man erkennt auch, daß 90°-Fräser nur mit sehr kleinem weckmäßig sind. Ist $t_n = m\,\pi$ die Normalteilung der Planverzahnung γ_f der Neigungs- oder Steigungswinkel der Zahnplattenflanken, so lie Schraubensteigung $t_s = \dfrac{t_n}{\cos\gamma_f}$. Beim 90°-Fräser ist $t_s = t_n$.

2. Durch zwei Werkzeuge W_l und W_r, Abb. 66 bis 68, die in den ugenden $(F_l)_0$ und $(F_r)_0$ so angreifen, daß ihre Schneiden durch Rollpunkt C_0 auf dem Grundzylinder gehen. Auf diese Weise lassen normale oder 90°-Schrauben ganz genau herstellen oder nachsen, sobald γ_0 bekannt ist.

3. Durch ein gemeinsames, im Meridianschnitt K_m arbeitendes Profilzeug W_m, Abb. 68, das als Formwerkzeug nach K_m gekrümmte iken besitzen müßte. Sind γ_m und $\dfrac{\varrho_0}{\varrho_f}$ klein, so ist der Fehler — der lgens mit Hilfe des vorigen Verfahrens genau nachgeprüft werden , indem zuerst eine Schraube ohne Hinterdrehung erzeugt wird — gering, wenn man g e r a d e F l a n k e n i m M e r e d i a n s c h n i t t mmt. Für $\gamma_m \leq 5°$ und $\varrho_0 : \varrho_f \leq 1:4$ ist der Fehler praktisch ohne eutung. Statt des Meridianschnittes ist für die Werkzeugherstellung Flankenschnitt K_f, Abb. 66, senkrecht zur Flankenlinie der Zahne oder unter dem Winkel γ_f zur Achse üblich. Bei der „90°-aube", wo $\gamma_f = 0$, fällt dieser Schnitt mit dem Meridianschnitt zunen, nicht aber bei der normalen Schraube, wo $\gamma_f = \gamma_m$. Infolgeen macht hier die Benutzung des üblichen Schraubenfräsers, Abb. 70, isse Schwierigkeiten. Da die Schraube trotz des Nachschleifens gleiche Normalverzahnung und gleiche Normalteilung t_n ergeben so muß sie hinterdreht werden, wobei aber ϱ_m mit zunehmendem hliff kleiner, γ_m also größer würde und auch gegenüber dem kstück entsprechend eingestellt werden müßte. Pfauter verteilt Fehler des Abschliffs, indem er γ_m für den halbabgeschliffenen er wählt. Die 90°-Schraube dagegen behält in der zugehörigen aplatte stets $\gamma_f = 0$, so daß sie stets gleich genau arbeitet. Äußerkommt dies in der Lage der Fräsnuten, die senkrecht zu den Flanken Zahnplatte verlaufen, zum Ausdruck, Abb. 65 und 70.

Kegelräder. Die Übertragung des Schraubwälzahrens auf die Erzeugung von Kegelrädern ist erst er letzten Zeit gelungen. Die Hüllkörper von Kegelärn sind je nach Achsrichtung und Entfernung vereden, Kegel, Hyperboloide und Globoide oder Vergungen von zweien dieser Gebilde, ebenso wie die lkörper von Hyperboloiden aus Hyperboloiden, Kegeln Globoiden bestehen können. Erzeugt man mit einem raubenkegelrad als Werkzeug ein Hyperboloidkegela und läßt man das Werkzeug während der Erzeu allmählich auf einer gedachten Planverzahnung älzen, ohne daß es dabei außer Eingriff mit den erboloidzähnen kommt, so erzeugt es einen Wälzel.

Genauer läßt sich das Verfahren aber folgendermaßen egen: Es seien die Achsen a_1 und a_2, Abb. 71, und Druckstoßpunkte O_1 und O_2 mit der Zeichenebene eben. Dann gehört zur Achse a_1 ein Kegel K_1 als körper mit der Zeichenebene, zur Achse a_2 aber ein el K_2 als Hüllkörper mit der Zeichenebene, beide Kegel berühren sich im Kreuzungspunkt B ihrer llkanten". Die Rollkante von K_1 kann man Erzeugende eines nicht gezeichneten Hyperboloids H_2 Achse a_2 ansehen. Bewegt sich längs dieser Erzeugenden rend der Drehung der Achse ein Messer, so erzeugt es um inen Schraubenkegel, um a_2 ein Schraubenhyperboloid, die entsprechendem Umdrehungsverhältnis gleiche räumliche ung haben und sich aneinander anschmiegen können. Das he Schraubenhyperboloid entsteht auch, wenn der beverzahnte Schraubenkegel K_1 als Erstradwerkzeug einen körper um a_2 als Zweitrad ausarbeitet. Ein K e g e l Zweitrad kann aber dann entstehen, wenn dieses sich t nur um a_2 dreht, sondern gleichzeitig unter der Zeichene um eine durch O_2 gehende Rollkante zwischen den agen b_1 und b_2 langsam so abwälzt, daß sich der Kreuzungst B der beiden Rollkanten allmählich von innen nach außen chiebt. Auf diese Weise entsteht, begrenzt von zwei hyperchen Kegeln, ein Wälzkegel, ähnlich wie in Abb. 60 und 61.

Das Verfahren wurde von Trbojevich[2]), Oberingenieur der onal Twist Drill Co., Detroit, durchgebildet, Abb. 73, doch ist die zugehörige Maschine noch nicht auf dem Markt. Die damit erzeugten Kegelräder haben in der Abwicklung in die Zeichenebene, Abb. 72, mit dem Kegelfräser eine gerade Erzeugende oder Eingriffslinie E gemeinsam, mit andern Worten, sie haben e v o l v e n t i s c h g e k r ü m m t e Zähne, doch keine reinen Evolventen, sondern verlängerte oder verkürzte Evolventen, Abb. 73, die Erzeugungslinie E des Werkzeugs geht durch seine Spitze O_1, die des Werkstücks dagegen nicht. Durch den Rollkreis des abgewickelten Werkzeugs ist auch sein Rollpunkt C in der Abwicklung, der gleichzeitig Rollpunkt des abgewickelten Werkstücks sein muß, und damit seine Übersetzung und Zähnezahl durch Annahme von O_2 bedingt. Das Gegenrad muß auch bei Stirnrädern von einem entgegensteigenden Werkzeug erzeugt werden, da mit einem rechtssteigenden Rade nur ein linkssteigendes rollt. Nach diesem Verfahren kann man auch Schraubwälzgetriebe mit Kegelrädern mechanisch herstellen, Abb. 74.

Prüfen wir noch kurz die letzten Verfahren der Zahnradpaarung vom Standpunkt der P a s s u n g und des P r e i s e s, so finden wir, daß die große Zahl von Schneiden, die hierbei an dem Werkzeug angebracht werden können, der Raschheit der Herstellung und damit dem Preis des Werkstücks zugute kommen, da die gleichzeitig an mehreren Stellen stattfindende Bearbeitung nie unterbrochen wird; anderseits braucht man dazu schwierige und sehr teure Sekundärwerkzeuge, die man weder einfach nachprüfen, noch bequem schleifen kann. Erst in den letzten Jahren hat z. B. Reinecker, Chemnitz, Schleifmaschinen gebaut, womit man auch die Flanken der Schraubenfräser nach dem Härten genau nachschleifen kann. Dazu kommt noch, daß diese Fräser, damit sie nicht zu groß werden, meist nur 8 bis 10 Zähne am Umfang haben, so daß das Ergebnis des Fräsens, da zu jeder Stellung des Werkzeugs eine bestimmte Werkstückstellung gehört, eine eckige Hüllfläche, aber keine genau glatte Fläche ist. Am deutlichsten tritt dies beim reinen Schraubverfahren, z. B. beim Herstellen von Schneckenrädern, in die Erscheinung. Bei zylindrischen Fräsern ist ohne weiteres Abhilfe möglich, indem man den Fräser allmählich in seiner eignen Bahn tangential zum

Abb. 73. Wälzschraubverfahren von Trbojevich für Kegelräder.

Abb. 74. Schraubwälzgetriebe mit Kegelrädern.

Mutterrad verschraubt, so daß sich die Schneiden allmählich in ihrer Lage verschieben. Dieses Verfahren kann man sogar so weit führen, daß nur ein Zahn oder Werkzeug für jeden Schraubengang des Werkzeugs angewendet und dieser allmählich vorgeschoben wird. Der Vorteil ist eine große Verbilligung des Werkzeugs und größere Genauigkeit, der Nachteil eine wesentlich langsamere Arbeit. Darum ist das Verfahren, das „Schlagzahnverfahren", mehr für Einzelanfertigung von Rädern und für Versuchsausführungen geeignet, hierfür aber sehr beachtenswert.

Schließlich sei noch erwähnt, daß das Schleifen im Schraubwälzverfahren nur ähnlich wie beim Fellows-Stoßradverfahren erfolgen kann, nämlich durch Benutzung einer glatten Schraube als Werkzeug zum Abschmirgeln oder Polieren. Umlaufende Schmirgelscheiben sind an die einfachste Form und an Umfangsgeschwindigkeiten von 25 bis 30 m/s gebunden, so daß sie im Schraubverfahren nur statt eines Schlagzahnes angewendet werden könnten. Dagegen lassen sich zylindrische Schraubenräder leicht schleifen, indem man eine Schmirgelflanke an Stelle der berührenden Zahnplatte, vgl. Abb. 66, an den Erzeugenden F_r und F_l vorbeiführt. [B 386]

[1]) Für den normalen Fräser ist $\dfrac{\varrho_0}{\varrho_m} = \cos\alpha_s$ und $\operatorname{tg}\gamma_0 = \dfrac{\operatorname{tg}\gamma_m}{\cos\alpha_s}$, wo $\operatorname{tg} \ldots = \dfrac{\operatorname{tg}\alpha}{\sin\gamma_m}$; für den 90°-Fräser ist $\dfrac{\varrho_0}{\varrho_m} = \dfrac{\operatorname{tg}\gamma_m}{\operatorname{tg}\alpha}$ und $\gamma_0 = \alpha$.

[2]) „Machinery" Bd. 30 (1923) S. 155. Werkstatts-T. Bd. 18 (1924) S. 161.

Dieselmaschinen-Tagung

gelegentlich der Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure in Hannover 1924.

Die Tagung, zu der mehrere Vorträge angemeldet waren, wurde von Prof. Dr.-Ing. Nägel, Dresden, der im Auftrage des Vorstandes des V. d. I. den Vorsitz übernommen hatte, mit einem warmempfundenen Nachruf an Dr. Alt, Kiel, eröffnet. Obering. Gerhards, Kiel, erstattete sodann den bereits in Nr. 22 S. 579 abgedruckten Bericht über umsteuerbare und nicht umsteuerbare Schiffsdieselmaschinen.

In der folgenden Aussprache betonte Dir. Dr.-Ing. eh. Regenbogen, Kiel, die Einführung eines elektrischen oder hydraulischen Zwischengetriebes sei durch die Amerikaner notwendig geworden, denen der Bau großer Dieselmaschinen Schwierigkeiten machte und die daher den Ausweg wählten, die Leistungen mehrerer kleiner Maschinen elektrisch zu sammeln. Obgleich neuerdings mehrere amerikanische Fabriken das Recht zum Nachbau deutscher Dieselmaschinen erworben haben, ist es noch nicht sicher, ob diese Schwierigkeiten ganz verschwinden werden, weil die ursprünglichen Konstruktionen drüben vielfach ohne Rücksicht auf ihre Entstehung geändert werden. Auch bei dem neuen hydraulischen Getriebe ist der Grund der Einführung vor allem die Notwendigkeit, höhere Leistungen in das Schiff einzubauen, als man mit einer einzigen Maschine erzeugen könnte. Obgleich dieses Getriebe ein vorzügliches Mittel darstellt, um die schnelllaufenden Dieselmaschinen zu verwenden, dürfte der Gang der Entwicklung, wie auch schon in früheren Fällen, der sein, daß das Einfachste bleiben wird. Das einfachste bei der Kolbenmaschine sei aber immer noch das mit der Schraubenwelle unmittelbar gekuppelte Kurbelgetriebe. Da aber die Dieselmaschinen in der Leistung stets eine Grenze behalten, so würde die Notwendigkeit, durch Kupplung mehrerer Maschinen zu höheren Schiffsleistungen zu gelangen, immer so lange bestehen bleiben, bis es gelungen sei, die Grenze der Einzelleistung weiter hinauszuschieben. Daß man auch bei kleinen Schiffen an die Verwendung von Umsteuergetrieben denkt, wofür das hydraulische eine vorzügliche Lösung ist, die dem Konstrukteur alle Ehre macht, hat seinen Grund nicht in Mängeln der Umsteuerbarkeit der Dieselmaschinen, sondern darin, daß manche Lotsen ein Schiff im Revier 120 bis 150 Manöver machen lassen, obgleich die Maschine, wenn sie warm ist, zumeist nach einer Umdrehung anspringt. Wenn dabei der Luftvorrat ausgeht, so kann auch ein besonderer Anfahrkompressor nicht helfen.

Dir. Goos, Hamburg, wies darauf hin, daß die Anwendung eines besonderen Manövrierkompressors vor Jahren vielleicht näher gelegen habe. Bei der Verwendung von Zwischengetrieben dürfe man nicht übersehen, daß man die Maschinenanlage dadurch um 4 bis 5 Spante verlängert. Anderseits werden bei großen Leistungen langsam laufende Maschinen so hoch, daß der Raum im Unterdeck nicht ausreicht und man das zweite Deck durchschneiden muß, wodurch man Laderaum verliert. So können dann schnellaufende niedrigere Maschinen mit Zwischengetrieben vorteilhafter werden. Diese Überlegungen lassen erkennen, daß man jeden Einzelfall für sich durcharbeiten muß, um die günstigste Lösung zu finden. Jedenfalls ist die Manövrierfähigkeit der langsam laufenden Maschinen unbedingt sicher; auch Deckel- und Zylinderrisse sind nicht vorgekommen.

Die elektrische Übertragung wird auch in England abgelehnt; drei dort gebaute Schiffe hatten einen um fast 20 vH höheren Ölverbrauch, der sich durch die Verluste in der Übertragung erklärt. Dieser Verlust ist übrigens auch ein Mangel des hydraulischen Übersetzungsgetriebes, wenn man bedenkt, welche Mühe es gemacht hat, um den Wirkungsgrad auch nur um 1½ vH zu verbessern. Die Verlustarbeit setzt sich in Wärme um, die durch Ölkühler abgeführt werden muß. Bei Rückwärtsfahrt betragen die Verluste sogar 30 vH.

Obering. Wälde, Hamburg, ging dann auf das neuartige vereinigte hydraulische und Zahnradgetriebe der Vulcan-Werke ein, s. Abb. 1 und 2[1]). Bei dem hier dargestellten Getriebe arbeiten zwei Ölmaschinen auf eine Schraubenwelle. Das Getriebe besteht aus dem großen Zahnrad, dem Ritzel, der Vorwärtskupplung links und der Rückwärtskupplung rechts vom Ritzel. Auf der verlängerten Welle der Dieselmaschine sitzen die sogenannten Primärräder für Vorwärts- und Rückwärtsgang. Die Ritzelwelle ist hohl gebohrt und trägt an beiden Enden die sekundären Räder der Vorwärts- und der Rückwärtskupplung. Das Arbeitsverfahren der Kupplung, das wohl bekannt ist, betrifft Sonderfälle des Föttingerschen hydraulischen Tr formators[2]); hier arbeitet der Vorwärtstransformator als Kupplung ohne feste Leitvorrichtung; die Drehzahl der triebenen Welle ist dabei nur wenig um den sogenannten (2 bis 3 vH) kleiner als diejenige der Antriebsmaschine. Slip ist auch ein Maß für den Energieverlust in der Kupp Bei der Rückwärtskupplung ist zur Umkehr der Drehrich eine feste Leitvorrichtung zwischen Primär- und Sekundärra forderlich; der Wirkungsgrad dieser Kupplung ist infolged kleiner als derjenige der Vorwärtskupplung. Als Betr flüssigkeit für die Kupplung dient das gleiche Schmieröl, für die Traglager und die Zähne des Getriebes verwendet

Das Manövrieren erfolgt dadurch, daß man die für den wünschten Drehsinn der Schraubenwelle bestimmte Kupplung Öl füllt, während die andere leer bleibt. In der Stopplage beide Kupplungen leer. Zum Ein- und Auslassen des Öles di zwei Rundschieber; der hintere läßt das Öl entweder in den wärts- oder in den Rückwärtskreislauf und bei Stopp in keine beiden Kupplungen eintreten; durch den vorderen Schieber der Rückwärtskreislauf, die Vorwärtskupplung dagegen d Öffnungen am Umfang entleert, die ein Ringschieber steuer

Zum Auffüllen der Kupplungen dient eine Manöverpu die eine an die Ölmaschinenwelle durch Kegelräder angesc sene stehende Welle unter Vermittlung einer kleinen Flüssigk kupplung, treibt. Die Pumpe wird jedoch nur dann selbst zugeschaltet, wenn Manöver ausgeführt werden sollen. Bei maler Vorwärtsfahrt genügt eine wesentlich kleinere Le pumpe am untern Ende der senkrechten Welle, deren E bedarf angesichts der geringen Leckverluste der Kupplung unbedeutend ist. Beide Pumpen fördern aus einem Tank dem Getriebe, in welchen das Öl aus den Kupplungen sowie den Lagern und dem Zahnradgetriebe abläuft.

Die Steuerung der Kupplungen für alle auf eine Schrau welle arbeitenden Ölmaschinen erfolgt gemeinsam durch Ges vom Maschinistenstand aus; auch die Drehzahl der Schraube von hier aus durch Verändern der Brennstoffzufuhr zu Maschinen eingestellt. Gegebenenfalls kann man außerdem ganz geringe Drehzahlen der Schraube erhalten, indem ma Schieber in eine Zwischenstellung bringt, wobei die Kupplu nur teilweise gefüllt werden und dann größeren Slip zulass

Die Vulcan-Werke haben Mitte Mai ds. Js. ein Frachtm schiff von 2000 t Tragfähigkeit in Fahrt gebracht, das mit Anlage von 620 PS dieser Art ausgerüstet ist. Das Schiff im Mai und Juni fast täglich Fahrten auf der Elbe ausgeführ Beteiligten aus Reederei- und Werftkreisen Gelegenheit ge haben, das gute Arbeiten und insbesondere auch die Manö eigenschaften der Anlage unmittelbar kennen zu lernen.

Ein Beispiel der Ergebnisse von Messungen, die hi während der Umsteuermanöver angestellt wurden, ist in A wiedergegeben. Hier sind über der Zeit als Abszisse die D zahlen der Ölmaschinen und der Schraubenwelle und die m Torsionsindikators gemessenen Drehmomente in der Schrau welle dargestellt. Die Maschinendrehzahl bleibt beim Umste von Vorwärts auf Rückwärts fast unverändert, nur in dem A blick, wo beide Kupplungen leer sind, steigt sie etwas an, o hält sie der Regler der Maschinen in zulässigen Grenzen. E Umsteuern von Rückwärts auf Vorwärts steigt die Masch drehzahl zunächst ein wenig an, sinkt dann in dem Maße die Vorwärtskupplung zur Wirkung kommt, und erhebt sich sofort wieder auf den ursprünglichen Wert. Das Diagramm deutlich, daß das volle Rückwärtsdrehmoment in der Schrau welle schon sehr bald nach der Umkehr der Drehrichtung

Obgleich der Wirkungsgrad der Rückwärtskupplung ringer als derjenige der Vorwärtskupplung ist, ist die verfü Rückwärtsleistung erheblich höher als bei Turbinenschiffen man besondern Wert auf große Rückwärtsleistung legt, wie bei Schleppern, Flußfahrzeugen und dergl., sind aber auch Anordnungen des Getriebes mit Flüssigkeitskupplungen mög z. B. zeigt Abb. 4 eine Ausführung mit zwei Vorwärtskupplu ohne Leiträder. Die beiden Primärräder liegen hierbei in Mitte; von den sekundaren Rädern treibt das rechte unmitt ein Zahnrad auf der Schraubenwelle, das linke dagegen unter schaltung eines Zwischenrades, wodurch sich der entgegenge Drehsinn der Schraubenwelle ergibt.

[1]) s. a. Z. Bd. 68 (1924) S. 763.

[2]) Z. Bd. 57 (1913) S. 721 u. f.

Abb. 1 und 2.
Vulcangetriebe für Motorschiffe.

Auch für Schiffe von mittlerer Größe und Leistung kommt …erwendung von hydraulischen Umsteuergetrieben in Betracht, …e Gewichts- und Kostenersparnis erheblich ist. So war es …in einem bestimmten Fall, es handelte sich um ein Fracht…von rd. 11 000 t Tragfähigkeit, 12 kn Geschwindigkeit und …PS Maschinenleistung, möglich, gegenüber einer Anlage mit …unmittelbar wirkenden Ölmaschinen bei Antrieb durch …ngetriebe rd. 250 t zu sparen und dabei das Schiff um …0 Gm. billiger zu liefern. Diesem Vergleich waren beim …telbaren wie beim mittelbaren Antrieb einfachwirkende Vier…lmaschinen zugrunde gelegt. Auch die Gewichtsersparnisse, …e die doppelt wirkende Zweitaktmaschine gegenüber den …r bekannten ergibt, lassen sich in Verbindung mit Über…gsgetrieben ausnützen; wenn man auf dieser Grundlage …Vergleich anstellt, so ergibt der mittelbare Antrieb für das …nte Schiff mit rd. 4000 PS bei 200 Uml./min und der mit …sicht auf die Spülung niedrig bemessenen Kolbengeschwindigkeit von 3,5 m/s eine Ersparnis von fast 150 t und entsprechend geringere Anschaffungskosten. Von dieser Ersparnis entfallen unter andern rd. 30 t auf die Wellenleitung, die man beim Antrieb mit Flüssigkeitskupplungen mit Genehmigung der Klassifikationsgesellschaften nach der Formel für Turbinenschiffe bemessen darf, ferner 20 bis 25 t auf die Anlaßluftflaschen.

Sollte in einzelnen Fällen der Maschinenraum länger werden, so erzielt man dafür einen entsprechenden Raumgewinn in der Höhe; außerdem ist es aus vermessungstechnischen Gründen dem Reeder erwünscht, eine bestimmte Mindestgröße des Maschinenraumes im Verhältnis zum Raumgehalt des Schiffes einzuhalten. In den meisten Fällen wird bei mittelbarem Antrieb der Vorteil der kleineren Zahl von Schrauben sowie ihrer niedrigen Drehzahl die Verluste in den Vorwärtskupplungen erheblich aufwiegen.

Die Verlustwärme wird auf dem Versuchsschiff „Vulcan" aus den Flüssigkeitskupplungen durch Kühler abgeführt, über welche ein Teil des Öles geleitet wird. Es hat sich aber gezeigt, daß beim Vorwärtsgang so wenig Wärme erzeugt wird, daß bei gewöhnlicher Luft- und Seewassertemperatur keine Kühler notwendig sind, und daß der Kühler für eine sehr große Zahl von unmittelbar hintereinander ausgeführten Manövern ausreicht.

Als nächste Vortragende sprachen: Dr.-Ing. W. Riehm, Augsburg, über seine Untersuchungen über den Einspritzvorgang bei Dieselmaschinen, sowie Dr.-Ing. V. Heidelberg, Deutz, über Einspritz- und Verbrennungsvorgänge kompressorloser Dieselmotoren auf Grund von Versuchen, die er, Ende 1920 beginnend, bei der Motorenfabrik Deutz durchgeführt hat. Der erste Bericht ist in Nr. 25 S. 641, der zweite in Nr. 40 S. 1047 veröffentlicht.

In der gemeinsamen Aussprache über diese beiden Vorträge bestätigte Dr. Kux, Hannover, die Richtigkeit der Ergebnisse der Versuche von Dr.-Ing. Riehm, auf Grund der Versuche, welche die Firma Gebr. Körting A.-G., Hannover, schon vor dem Kriege ausgeführt hat. Bei den hierbei benutzten kompressorlosen Maschinen mit unmittelbarer Brennstoffeinspritzung hat sich gleichfalls gezeigt, daß man hohe Pumpendrücke und engste Düsenquerschnitte verwenden muß, um eine brauchbare Verbrennung zu erzielen. Auch die günstigen Verbrauchzahlen, die Dr. Heidelberg gefunden hat, haben sich dabei zeitweilig ergeben.

Trotzdem hat die Firma Körting den Bau von Maschinen, die mit unmittelbarer Brennstoffeinspritzung und Hochdruckzerstäubung, also nach dem Vickers-Verfahren arbeiten, nicht aufgenommen, da ihr dieses Verfahren nicht betriebsicher genug erschien. Der grundsätzliche Mangel der nach diesem Verfahren

Abb. 3. Darstellung des Umsteuervorganges.

arbeitenden Maschinen beruht eben in der Notwendigkeit, hohe Pumpendrücke und engste Düsenquerschnitte zu verwenden. Pumpendrücke, wie sie bei diesen Maschinen für eine ausreichende Zerstäubung notwendig sind, sind nicht zu beherrschen, ganz besonders nicht bei höheren Drehzahlen, und die erforderlichen engen Düsen verstopfen sich nach kurzer Betriebszeit.

Daß diese grundsätzlichen Mängel nicht zu beseitigen sind, dafür liefert eine erst kürzlich auf der landwirtschaftlichen Ausstellung in Hamburg von einer der das Vickersverfahren anwendenden Firmen ausgestellte Maschine erneuten Beweis. Die meisten Anwesenden werden die Maschine gesehen haben; sie hatte eine Leistung von 150 PS in drei Zylindern bei normal 300 Umdrehungen, lief jedoch mit einer auf 240 verminderten Drehzahl und rauchte erheblich. Soweit man sich überzeugen konnte, arbeitete die Maschine nur mit einem Zylinder, die beiden andern liefen leer mit.

Maschinen, die nach dem Vickersverfahren arbeiten, sind schon von den Engländern als U-Bootsmaschinen verwandt worden und haben, wie bekannt, sich nicht bewährt. Die Rauchentwicklung hat den deutschen Seeleuten stets das Herannahen englischer U-Boote verraten.

Maschinen mit luftloser Hochdruckzerstäubung sind auch außerordentlich empfindlich gegenüber Qualitätsunterschieden des zur Verwendung gelangenden Brennstoffes. Die Empfindlichkeit ist nach meinen Erfahrungen so groß, daß schon geringe Unterschiede in der Viskosität die gute Zerstäubung und damit die sichere Zündung und gute Verbrennung in Frage stellen.

Eine richtig gebaute Zündkammermaschine ist im Gegensatz zu diesen Maschinen unempfindlich, weil sie den Vorgang der bewährten Luft-Dieselmaschine am besten nachahmt. Maschinen nach dem Zündkammerverfahren erreichen im Mittel Verbrauchzahlen von 180 g/PS$_e$h. Der geringe Mehrverbrauch an Brennstoff gegenüber Maschinen mit luftloser Hochdruckeinspritzung wird durch die unbedingte Zuverlässigkeit und Unempfindlichkeit der Maschine gegenüber Qualitätsänderungen des Brennstoffes reichlich aufgewogen.

Daß man Maschinen mit Vorkammerzündung nicht nur, wie behauptet worden ist, für kleine Leistungen benutzen kann, wird dadurch erwiesen, daß Gebr. Körting Maschinen dieser Bauart in mindestens der gleichen Größe pro Zylinder gebaut hat, die von den Firmen erreicht worden ist, die neuerdings nach dem Vickersverfahren arbeiten.

Dir. G o o s, Hamburg, regte an, ähnlich wie bei den Düsen für die Ölfeuerung bei Schiffskesseln die Aufteilung des Ölstrahles dadurch zu beschleunigen und zu verbessern, daß man den Ölteilchen zweierlei Richtungen gibt, so daß der Strahl einen Kegelmantel bildet. Ferner seien bei zähflüssigeren Ölen die Zerstäubung durch eine Vorwärmeinrichtung verbessert und vom Brennstoff unabhängig gemacht worden.

Dipl.-Ing. B i e l e f e l d, Hamburg, schlug vor, in freier Luft festzustellen, in welchem Maße der Brennstoffstrahl zerstäubt, wenn man dem Strahl heiße Luft entgegenbläst, und dann zurückzuschließen auf die Vorgänge im Dieselmotor, da man schon wegen der fehlenden Erwärmung die Vorgänge im Verbrennungsraum der Dieselmaschinen doch nicht nachahmen könne. Es wäre auch wünschenswert, die Durchschlagskraft der vom Brennstoffstrahl abgesplitterten Ölteilchen zu messen. Man könne die Verbrennung dadurch beschleunigen, daß man den Brennstoff vorwärmt und sehr fein zerteilt, da kleine Tropfen schneller als große Tropfen verbrennen. Die dann fehlende Durchschlagskraft könne man durch besondre Vorrichtungen zum Erzeugen von Luftwirbeln ersetzen. Die Düse erhält ein Einspritzstellerventil, aus dem die Brennstoffteilchen seitlich herausspritzen, die Verbrennungsluft wird daran vorbeigeleitet, so daß eine Art Ölbrenner im Verbrennungsraum vorhanden ist. Wird die Verbrennung beschleunigt, so verbessert man den thermischen Wirkungsgrad erheblich (vgl. „Wirtschaftsmotor" 1924 Nr. 5/7).

Dir. S c h u l t z, Deutz, wies auf die stürmische Entwicklung im Problem der kompressorlosen Maschine hin, einem Problem, an das man vor dem Kriege mit größter Scheu herangegangen war. Von den verschiedenen Wegen, welche der deutsche Dieselbau beschritten hat, hat jeder seine Vor- und Nachteile. Die kleinen Querschnitte der Düsen bei der unmittelbaren Einspritzung dürften aber, da seit Jahren erprobt, bei den Betriebspraktikern kaum Bedenken hervorrufen. Bei den Maschinen von Vickers handelt es sich um ein ganz anderes Verfahren, da die Nadel mechanisch gesteuert und mit der Hand nachreguliert wurde. Die Firma Vickers hat aber auf diesem Gebiet große Verdienste und als erste überhaupt Erfolge erreicht. Die Anregung, d Strahl nicht nur eine Längs-, sondern auch eine Drehbeweg zu geben, ist schwierig und verwickelt, so daß die nächsten Ja noch Aufklärung hierüber zu geben haben werden. Die wärmung des Öles in mäßigen Grenzen hat verhältnismä geringe Wirkung. Wünschenswert wäre es, die Versuche mit schiedenen Systemen fortzusetzen, da sich noch manches än wird und wir noch eine große Entwicklung des Motorenba erleben werden. Die Betriebsicherheit solcher Maschinen hä nur von guter Werkstattausführung der Pumpen und Düsen

Prof. N e u m a n n, Hannover, erwähnte, daß die Erfahr nicht nur durch Untersuchungen an fertigen Maschinen gewon

RZ505BZ4

Abb. 4. Vulcangetriebe mit zwei Vorwärtskupplungen und Zwischenrad für Rückwärtsgang.

werden kann; vielmehr muß man die Arbeitsvorgänge zerle Man wird zwischen den hydraulischen und den thermischen gängen bei den Ölmaschinen unterscheiden müssen. Auf hydraulischen Vorgänge beziehen sich alle Erscheinungen Einspritzen der Flüssigkeit, auf die thermischen alle durch Verlauf der Verbrennung hervorgerufenen. Beide Vorg laufen parallel. Das Maschinenlaboratorium der technis Hochschule Hannover hat daher eine Einrichtung entworfen gestatten soll, einmal die hydraulischen, das anderemal die mischen Vorgänge zu betrachten und hieran die eigentliche schinenuntersuchung anzuschließen.

Die Versuche von Dr.-Ing. Riehm zeigen, daß es notwe ist, die Größe der Öltropfen wirklich zu messen. Prof. K n l a u c h, München, hat das quantitativ und qualitativ vers mit dem Ergebnis, daß die Verdampfung keine hinreichende legenheit bietet, die Zerstäubung wirksam zu fördern. Die stäubung des Öles könnte durch optische und elektrische Meth verbessert werden.

In seinem Schlußwort äußerte sich Dr.-Ing. H e i d e l b über den Einfluß der Vorwärmung auf die Zerstäubung. muß da unterscheiden zwischen der Aufgabe, den Brennstof Düse zu fördern, und der, ihn durch die Düse zu drücken. dickflüssigem Öl kann die Rücksicht auf die Förderung bis Düse Vorwärmung nötig machen, während sie bei dünnflüss Brennstoff zwecklos ist. In bezug auf die Feinheit der Zer bung muß man immer die Rücksichten auf die Größe und D schlagtiefe des Tropfens beachten. Zu feine Zerstäubung schädlich, da die Energie des Strahles dann zu klein wird.

Dr.-Ing. F. S c h u l t e, Gerthe i. W., berichtete sodann B e s t i m m u n g d e s Z ü n d p u n k t e s u n t e r D r u c k. Vortrag ist in Nr. 22 S. 574 veröffentlicht.

Die Versammlung erklärte sich zum Schluß mit einem trag einverstanden, daß die Aussprache über Fortschritte im von Dieselmaschinen zu einem bleibenden Bestandteil der H versammlungen gemacht werde. [B 5

RUNDSCHAU.

Schiffs- und Seewesen.

Taucherarbeiten in 160 m Tiefe.

n Juli dieses Jahres wurden von der Firma Neufeldt & nke in der Bucht des Walchensees bei Einsiedel mit ihrem neuen gerät P. VII Versuche im freien tiefen Wasser fortgeführt, die im Druckwassertank in Düsternbrook stattgefunden hatten.

as Gerät gleicht wie sein Vorgänger[1]) einer geräumigen Ritter-g, Abb. 1 und 2, doch sind seine Abmessungen wesentlich größer, Formen stabiler und seine Wasserverdrängung bedeutender. Der rmige Körper ähnelt in seiner äußeren Erscheinung und seiner inrichtung dem Kommandoturm eines U-Bootes.

er durch einen in Gürtelhöhe liegenden Flansch mit Dichtung e, nach dem Einsteigen des Tauchers an dieser Stelle wieder zu-nschraubbare Rumpfteil ist so geräumig, daß er dem Taucher t, die Arme aus den Armhüllen zu ziehen, um jeweils erforder-Manöver auszuführen. Der Rumpf ist bei der neusten Bauart lig aus Siemens-Martin-Stahl geschweißt bzw. getrieben. Hier-wurde bei größerer Festigkeit und Dichte geringere Wanddicke rößere Widerstandfähigkeit gegen mechanische und chemische se erzielt.

er Oberteil des Rumpfes hat vorn, seitlich und oben Sehfenster arkem Preßhartglas und nimmt die Signalarmaturen und Manö-ntile, Meßgeräte und Beleuchtungskörper auf. An diesem Teil n richtiger Stelle die Armhüllen angesetzt. Während bei den igern das rechte Seitenfenster abnehmbar ausgeführt war, ist r neuen Bauart das mittlere große Schaufenster als Schraub-, genau wie bei den Gummitauchern, gebaut. Hierdurch ist Vasser eine bessere Bedienung des Tauchers möglich.

er Unterteil des Rumpfes bietet Raum für die Luftreinigungs-, sowie für Ausgleich- und Fallgewichte. Ein Sattelpolster in Form eines Fahrradsattels gestattet dem Taucher bei Arbeitspausen eine bequeme Sitzmöglichkeit. An dem Boden des Unterteils sind an richtiger Stelle die Beinhüllen angeschlossen. Den Gelenken der Arme und Beine sind durch Gelenkkugellager an den entsprechenden Stellen der Gliederhüllen Bewegungsmöglichkeiten gegeben. Bei den Beinen ist erstmalig nahezu eine Kniemöglichkeit erreicht worden. Bei allen Gliederteilen, mit Ausnahme der Taucherschuhe aus Schmiedeisen, wurde eine neue zähe Aluminiumlegierung verwandt, das sogenannte Fundit-Aluminium, das bei großer Seewasserbeständigkeit gute Kohäsionseigenschaften besitzt.

Die Gelenk-Kugellager sind nach der alten bewährten Ausführung hergestellt. Als Verbesserung mag jedoch erwähnt sein, daß leicht losnehmbare Kugeln und Kugelschalen aus nahezu rostbeständigem Nickelstahl verwendet werden. Als Dichtungsstoff für diese Gelenke dient seit einiger Zeit ölbeständiger Gummi oder Cellon.

Während bei gleichbleibenden, sich wiederholenden Arbeitsvorgängen die Armhüllen in Armstümpfen mit von innen beweglichen Zangen, sogenannten Zangenhänden, auslaufen, werden für Bergungsarbeiten druckfeste Handschuhe benutzt.

Der Tauchtank ist so unterteilt, daß der Taucher nach Wunsch und Lage seine Belastung vorn, achter- oder seitlich ändern kann, Abb. 3. Hinsichtlich seines Fassungsvermögens ist dieser ringförmige Tank etwa um 15 l kleiner als die frühern. Diese hier fehlenden 15 l sind

[1]) s. Z. Bd. 67 (1923) S 414.

Abb. 3. Rohrleitungsschema.

a Entlüftungsventile
b zweiteiliger Auftriebring
c Druckluft- u. Sauerstoffflaschen
d Seitentank
e Absperrventile (Handrad im Helm)
f Absperrventile (nur außen)
g Druckminderventil
h Ausströmdüse
i Dosierventil
k Handrad und Absperrventil } im Helm für Atmung.

Abb. 2.

phonkabelanschluß
abwurf
nalklappe
lüftungsventil
triebring [flaschen
ckluft- und Sauerstoff-
perrventile, außen
ickminderventil
perrventile, innen
ierungsventil
strömdüse für Atmung
ungspatrone
ke mit Schlauch
ometer
fenmanometer
geltaster
phon
ht
rmometer
ometer.

Abb. 1 und **2.** Taucheranzug der Firma Neufeldt & Kuhnke

durch zwei rechts und links seitlich am Oberteil sitzende Seitentanks im Schwerpunkt des Tauchers wieder zugesetzt worden. Zum Abtrieb auf eine bestimmte Tiefe und für die Belastung in dieser Tiefe wird Wasser in die entsprechenden Tauchtanks eingelassen. Der Auftrieb zur Oberfläche und die Entlastung in der jeweiligen Tiefe wird durch Ausblasen des Wassers mittels Druckluft oder Sauerstoff aus den Tauchtanks herbeigeführt.

Zum Ausblasen des in die Tauchtanks gelassenen Wassers stehen 6 Flaschen (Stahlzylinder) von insgesamt 12 l Druckluft zu 150 at zur Verfügung. Diese Flaschenbatterie (Hochdrucksammler) ist außen an der Rückwand des Oberrumpfteiles unter einer Schutzverkleidung angebracht, mit Füllstutzen und sonstigen Armaturen versehen und erlaubt dem Taucher ein mehrmaliges Hochschießen durch vollständiges Ausblasen der Tauchtanks aus jeder Tiefe. Beim Öffnen des Zuluftventils eines Tauchtanks durchströmt der Inhalt dieser Batterie ein Druckminderventil, durch das der Druck von 150 auf rd. 20 at verringert wird. Da die Öffnung der Tauchtanks nach See unverschließbar ist, kann eine Gefährdung des Tauchers durch zu hohen Druck nicht eintreten.

Im Gegensatz zu den bisherigen schlauchführenden Geräten ist die neue Bauart als schlauchloses Gerät mit innerer Luftreinigung und Luftergänzung gebaut worden. Zur Erhöhung des Sicherheitsgefühls des Tauchers dient neuerdings die Gestaltung der Luftreinigungsanlage als geschlossene Ringrohrleitung, Abb. 3. Diese Anordnung ermöglicht dem Taucher selbst bei vollständig vollgelaufenem Gerät ein sicheres Atmen.

Je nach der voraussichtlichen Tauch- oder Arbeitsdauer können 2 bis 4 Luftreinigungspatronen von je zweistündiger Arbeitsdauer nacheinander verwendet werden. Der Sauerstoff für die Luftergänzung wird aus einer besonderen dem Hochdrucksammler angeschlossenen Sauerstofflasche entnommen. Der Inhalt dieser Flasche reicht für eine dreistündige Tauchzeit aus, doch kann bei längerem freiwilligen oder erzwungenen Tauchen der Flächeninhalt immer wieder aufgefüllt werden.

Eine im oberen Rumpfteil slippbar angebrachte, jederzeit vom Taucher zu lösende Halte- bzw. mehradrige Telephonleine stellt eine gute Verbindung zwischen Taucher und Oberfläche her. Durch Zugsignale an der Halteleine, durch Lautsprechtelephon und durch Morsezeichen-Austausch mittels Summer wird eine sichere Verständigung zwischen Taucher und Oberfläche (Bedienungsmannschaft) in dreifacher Beziehung gewährleistet. Die Innenbeleuchtung zum Ablesen der Tiefenmanometer, Thermometer und Manometer wird ebenfalls durch das siebenadrige Telephonkabel bewerkstelligt.

Halteleine und Telephonkabel können vom Taucher im Falle eines Festkommens jederzeit geslippt werden, um dann mit eigner Kraft durch Ausblasen der Tauchtanks an die Oberfläche zu gelangen. Geeignetes Taucherunterzeug und ein wasserdichter Gummianzug schützen den Taucher vor Temperaturschwankungen und Feuchtigkeit. Alle Teile, Rohrleitungen und Ventile sind durch Schutz- und Abweisbleche gesichert, ein Festhaken des Tauchers ist ausgeschlossen.

Außerhalb des Wassers wird das Gerät durch ein Traggestell gestützt, das den Rumpfflansch derartig unterfängt, daß dem Taucher nach Abheben des Oberrumpfteiles und Anziehen seines Gummischutzanzuges ein Besteigen leicht ermöglicht wird.

Das Gerät hat eine reine Außenfläche von 4,75 m². Sämtliche hervorstehenden Teile, wie Auftriebring, Rohre, Schutzbleche, Hähne und dergl. sind nicht berechnet, weil sie der Einwirkung des belastenden Wasserdrucks nicht unterliegen. Das Gerät hält somit auf je 10 m Tiefe eine Belastung von rd. 47 000 kg aus.

Die systematisch durchgeführten Versuche haben ein in jeder Weise günstiges Ergebnis gezeigt. Eine Reihe von praktischen Arbeiten unter Wasser konnten bereits im Druckwassertank nach einer sehr kurzen Zeit ausgeführt werden. Erwähnt seien hierbei: Befestigen eines Schäkels oder eines Karabinerhakens, Zusammenstecken der Enden von Tauen, Befestigen eines Taues an einem Augbolzen oder an einem Stück Holz, Einschrauben eines Preßluftschlauches in einen Gewindestutzen.

Während im Walchensee die Sichtbarkeit unter Wasser für das Arbeiten sehr günstig war, bewies sich der Grund für das Arbeiten als sehr schlecht, besonders für die selbständige Fortbewegung des Tauchers auf dem Grunde. Der Taucher sank oft bis 1 m in den Schlamm ein.

Im Walchensee sind die Taucher bis zu 2 h ununterbrochen unter Wasser geblieben. Sie haben weder an Atmungsbeschwerden noch andern Unannehmlichkeiten zu leiden gehabt, nicht einmal, wenn sie 5 h in dem Gerät eingeschlossen waren.

In 140 m Tiefe war die Arm- und Beinbeweglichkeit gut, jedoch etwas schwerer als in der einige Tage vorher erreichten Tiefe von 112 m. Der Taucher ging auf dem Grunde, es war wenig Schlamm vorhanden, er konnte in dieser Tiefe noch etwa 1,20 m weit sehen und nach einer Tauchdauer von 50 min stieg er in 4 min 36 s wieder nach oben. Der Panzertaucher war im Innern vollständig trocken. Nach diesem Erfolge versuchte man eine größere Tiefe zu erreichen. Man gelangte bis zu 160 m Tiefe, wo vollständige Finsternis herrschte. Der Taucher ging ohne Schwierigkeiten einige Meter auf dem Grunde des Walchensees spazieren, stieg dann in Abschnitten auf 150 und 140 m und hatte hier die gleiche Sichtweite wie beim vorhergehenden Versuch. In 120 m Tiefe konnte er bereits in einem Umkreise von etwa 1½ m gut sehen und alle Glieder leicht bewegen. Nach knapp 20 min war der Taucher wieder an Deck des Taucherprahms. Sein Befinden war ausgezeichnet, Puls und Atmung gleichmäßig, das Tiefseetauchgerät war innen vollständig trocken und hatte also die Belastungsprobe von 16 at ausgehalten.

In 110 m Tiefe wurden darauf Arbeiten ausgeführt, wie z. B. Einhaken eines Patentschäkels an ein versenktes Arbeitsobjekt, dann mit der Befestigungsleine des Schäkels von Grund auf ohne .. gehoben wurde.

Wenn man berücksichtigt, daß es eine besondere Ausnahme wenn Taucher in Gummianzügen in größeren Tiefen als 40 m Arb.. leisten, so dürfte der Fortschritt, der nunmehr erzielt worden is.. hervorragend bezeichnet werden. [M 683] C. O.

Dieselmotor von 15 000 PS Leistung.

Die Hamburgischen Elektrizitätswerke haben sich entschlo.. bei dem weiteren Ausbau ihrer Kraftwerkanlagen eine Dieselmas.. mit unmittelbar angebautem Drehstromerzeuger für eine Leistung 10 000 kW aufzustellen, die in erster Linie zum Ausgleich der Spi.. belastungen der Dampfkraftwerke dienen soll. Der Auftrag auf Lieferung der Ölmaschine ist der Firma Blohm & Voß in .. burg erteilt, während der zugehörige Drehstromgenerator bei Siemens-Schuckert-Werken bestellt worden ist.

Die Ölmaschine erhält 15 000 PS_e Leistung und ist damit bei w.. die größte Maschine dieser Art, die je in Bau genommen ist. .. Leistung ist fast doppelt so groß wie die der größten zurzeit in .. land in Bau befindlichen Schiffsmotoren, die etwa 8000 PS_e be.. Auch die Dynamo mit 32 Polpaaren ist insofern bemerkenswert, sie die größten Ausmaße aufweisen wird, die bislang bei einem I.. stromerzeuger ausgeführt worden sind.

Die Ölmaschine wird von Blohm & Voß als neunzylindrige dop.. wirkende Zweitaktmaschine mit Schlitzspülung nach der neuesten .. art der MAN, Augsburg, ausgeführt. Der Zylinderdurchmesser .. trägt 860 mm, der Hub 1500 mm und die Drehzahl 93,75 Uml./min.

Vergleicht man damit die Abmessungen der erwähnten gr.. ausländischen Schiffsmotoren, die bei 8 Zylindern, 840 mm Zyli.. durchmesser, 1500 mm Hub und 125 Umdrehungen etwa 8000 PS_e lei.. so erkennt man, daß es sich in beiden Fällen um Maschinen vo.. gefähr gleichen Gesamtausmaßen handelt. Während jedoch diese doppeltwirkende Viertaktmaschinen, Bauart Burmeister & Wain, .. bauten Schiffsmotoren trotz ihrer hohen Umlaufzahl und der dad.. bedingten außergewöhnlich hohen Kolbengeschwindigkeit nur .. 1000 PS_e mit einem Zylinder leisten, hat die neue doppeltwirk.. Zweitaktmaschine bei ganz normaler Kolbengeschwindigkeit 1670 .. Zylinderleistung. Aus diesem Beispiel ersieht man ohne weiteres, .. viel aussichtreicher die Anwendung des Zweitaktverfahrens ist, .. es gilt, Höchstleistungen zu erzielen.

Die angegebenen Zylinderabmessungen der von Blohm & Voß .. die Hamburgischen Elektrizitätswerke in Bau genommenen Maschine .. nun durchaus nicht etwa die größten, die sich bei Maschinen d.. Art praktisch ausführen lassen. Die MAN hat ihre neue Bauart so .. entwickelt, daß auch noch höhere Zylinderleistungen mit Siche.. zu erreichen sind.

Jedenfalls bildet die erstmalige Ausführung eines Dieselmo.. mit der bislang noch nicht annähernd erreichten Gesamtleistung .. 15 000 PS_e einen wichtigen Schritt nicht nur auf dem Gebiete st.. närer Kraftanlagen, sondern auch in der Entwicklung der gr.. Schiffsmotoren, da Maschinen dieser Bauart, mit Umsteuerung verse.. ohne weiteres für den Schiffsantrieb verwendbar sind. [N 7..

Luftfahrt.

Hauptversammlung der Wissenschaftlich.. Gesellschaft für Luftfahrt.

Die diesjährige Hauptversammlung der Wissenschaftlichen Gel.. schaft für Luftfahrt in Frankfurt a. M. am 2. bis 5. September 1924 st.. unter dem Zeichen erfreulichen Aufschwunges trotz schwerster .. schaftlicher und politischer Hemmungen.

Zunächst berichtete Dr.-Ing. Adolf Rohrbach über „Neue .. fahrungen mit Großflugzeugen", die er mit Rücksicht auf die Beschr.. kungen unserer Luftfahrt bei der Kopenhagener Schwesterfirma se.. Berliner Betriebes bauen und mit Erfolg erproben ließ. Welchen .. teil die teilweise neuen oder neuartig gelösten Baugrundsätze — Ga.. metall mit volltragender Außenhaut, Vergrößerung nach dem Ähnl.. keitsgesetz der Schiffbauer — für die Entwicklung großer Flugze.. bringen, erkannte man vor allem aus den Lichtbildern der Tragflü.. die aus einzelnen Kästen aus Blechhaut mit Gitterrippen zusammen.. fügt sind.

An diesen Flugzeugen und an einigen kleineren hat Dr. Hein.. Koppe Flugleistungen, Fluglage, Wirkungsgrad und andre Unterla.. für die beste flugtechnische Ausnutzung und bauliche Weiterentw.. lung mit aufzeichnenden Geräten ermittelt. In seinem Vortrag „M.. sungen an Luftfahrzeugen", berichtete er ferner über allgemeine .. forderungen an den Beobachter, der nicht selbst fliegen, sondern .. Flug leiten muß, teilweise neue Meßgeräte, z. B. eine Luftdruck-M.. sonde, und über Flugerfahrungen. Es ist erfreulich, daß auch bei .. jetzt wieder, wie während des Krieges, an fliegenden Flugzeugen .. messen wird.

Auf ein anderes Gebiet führten die Erörterungen über Ba.. sicherheit im Vortrag von Prof. Alexander Baumann „Ü.. Festigkeitsrechnungen am Flugzeug"; einige Beispiele zeigen, daß .. Ermittlung der Baufestigkeit nach der Streckgrenze auch im all.. meinen Maschinenbau zu geringe Sicherheit ergibt. Bei wachsender .. lastung treten dynamische Zusatzbeanspruchungen auf, die, mehr noch .. die Ermüdbarkeit, den wirklichen Sicherheitsgrad bis unter zwei her.. drücken. Die verhältnismäßig geringen Lastvielfachen im Flugzeugb.. sind deshalb zulässig, weil sich die Streckgrenze bei Überbeanspruch..

...t erhöht. Besondre Aufgaben werden durch den neuzeitlichen ...llbau aufgeworfen. Der Ausschuß für konstruktive Fragen sollte ... mit diesen Fragen, die im Vortrag nicht endgiltig beantwortet ...en, beschäftigen, aber keine Vorschriften, sondern Vorschläge für ...Konstrukteur bearbeiten. Bei diesem Vortrage war die Aussprache ... lebhaft. Unter anderm stellte Prof. Junkers, der Altmeister ...Metallbaues, fest, daß sich Ermüdungsbrüche auch bei Duralumin ...geeigneter Stoffauswahl und Bearbeitung stets vermeiden lassen. ...Nach einer Vorführung des neuen Rhön-Films durch Hptm. ... Georg Krupp führte Dipl.-Ing. Thalau „Zur Berechnung ...Verbundwirkung in Flugzeugflügeln" aus, daß z. B. ein Holm-...n-Fachwerk, das durch steife Knotenpunkte mehrfach statisch un-...mmt gemacht ist, bedeutend geringere Holmbiegemomente als nach ...üblichen Rechnung ergibt, wobei man die Rippen aufgeschnitten ...t und an den Schnittpunkten unbekannte Zusatzkräfte anbringt. ...len gleichartigen Einfluß der Beplankung zu untersuchen, kann ... sie durch Schnitte in sehr viele sehr kleine Querstreifen zerlegt ...en, die wie je eine Rippe wirken, so daß man noch zu ungünstig ...iet. So gelangt man zu einer Differentialgleichung, aus der man ...hbiegungen, daher auch Kräfte und Momente des Tragwerkes er-...lt. Die Gewichtersparnis durch Berücksichtigen dieser ...nwirkungen ist vor allem bei großen Flugzeugen vorteilhaft.

Sehr bemerkenswert war, was Dipl.-Ing. Ackeret über „Neue ...rsuchungen der Aerodynamischen Versuchsanstalten" berichtete. ...Anstalt Professor Prandtls hat ihre planmäßigen Versuche er-...cherweise wieder aufnehmen können und zunächst 30 Joukowsky-...le mit verschiedenen Dicken- und Wölbverhältnissen nach der ...ngigkeit der Luftkräfte und der sehr genau vorausberechenbaren ...nte von Form, Kennwert (Abmessung mal Geschwindigkeit, ent-...hend der Reynoldsschen Zahl) und Anstellwinkel untersucht. Das ...nis bestätigt frühere weniger planmäßige Messungen. Treib-...rauben-Modellmessungen an kleinen Flugzeugrümpfen mit ein-...utem Drehstrommotor besonderer Art von hoher Drehzahl und ...er Belastung der Stromquerschnitte ergaben die Möglichkeit, die ...chrauben dem Flugzeug besser anzupassen und damit den Wir-...sgrad zu vermehren. Neuerdings wurde auch der Magnus-...kt zum Zweck praktischer Anwendungen erforscht: von einem ...ufenden Zylinder, der von einem Luftstrom angeblasen wird, lösen ...unsymmetrische Wirbel ab, die eine Zirkulation und damit weit ...eren Auftrieb als Tragflügel bei erträglichem Widerstand erzeugen; ... der Anfahrvorgang konnte rechnerisch verfolgt werden.

Da der Rhön-Segelflug-Wettbewerb teilweise dem Regen und ...l zum Opfer gefallen war, fand der Vortrag von Dr. Noth über „Das ...in der Wasserkuppe", das seit 13 Monaten fortlaufend verfolgt wird, ...tung. Bei den üblichen meteorologischen Beobachtungen wurde ...llem der Nebel, des Fliegers schlimmster Feind, und der Wind ...ert. Der August 1924 war besonders neblig und stürmisch. Die ...stärken sind, wie im Sommer stets in Bodennähe, mittags am größ-...n die Böigkeit hat nachmittags ihren Höchstwert, ist aber im Durch-...tt geringer als an tieferen Stellen, die Regenhöhe ist auf der Wasser-...e größer als in der Umgebung; die Zahl der Regentage, fast die ...e wie in Gersfeld, war im August 1924 am größten. Trotzdem ...n allgemeinen dieser Monat für Wettbewerbe am zweckmäßigsten. ...Der 4. September begann mit einer Geschäftsitzung, in der eine ...hließung gegen die Knebelung der deutschen Luftfahrt durch die ...Begriffsbestimmungen" des Londoner Ultimatums, die Verletzung der ...chen Lufthoheit durch fremde Verkehrslinien und die Unterbindung ...Luftverkehrs im besetzten Gebiet gefaßt wurde. Auch die Luft-...wissenschaft leidet schwer, wenn ihr die Möglichkeit zu groß-...gen praktischen Versuchen genommen ist. Der anschließende Vor-...a von Hptm. A. Baeumker „Die politischen Ziele der auslän-...n Luftfahrt" legte an den wirtschaftlichen, geographischen und ...lpolitischen Bedingungen in den einzelnen Mächtegruppen die ...le zu ihrer Luftpolitik dar. Deutschland sei durch seine wirt-schaftlichen Verhältnisse berechtigt, durch seine geographische Lage verpflichtet zu einer aktiven Luftpolitik. Es dürfe sich aber den zwischenstaatlichen Vereinbarungen erst dann anschließen, wenn es als völlig gleichberechtigt anerkannt wird.

Dem Segelflug gewidmet waren die beiden nachfolgenden kurzen Berichte von Professor Dr.-Ing. Schlink über die Abnahmetätigkeit des Technischen Ausschusses auf der Wasserkuppe, der wegen vielfach unzureichender Vorprüfung, mangelhafter Bauunterlagen und ungenügender Erprobung der Bewerberflugzeuge die größten Schwierigkeiten zu überwinden und schwere Verantwortung zu übernehmen habe und von den Teilnehmern längst nicht genug als Berater, sondern mehr als Polizei angesehen werde, und von Dr. Harald Koschmieder über „Die verschiedenen Berechnungsverfahren für den Aufwind", deren Ergebnis mit den Segelflugbeobachtungen in Rossitten und in der Rhön, von Reibungseinflüssen abgesehen, gut übereinstimmt.

Mehr zusammenfassender Art waren die „Betrachtungen zur Weiterentwicklung der Heeresflugzeuge und Motoren im Auslande" von Ing. Alfred Richard Weyl; er zeigte an zahlreichen Lichtbildern die verhältnismäßig geringe technische Entwicklung des Heeresflugwesens seit dem Kriege, die in erster Linie durch bessere Motoren und starke Anpassung an eng begrenzte Verwendungszwecke, z. B. Gliederung der Jagdflugzeuge nach taktischen Aufgaben, gekennzeichnet wird. Der Metallbau kann hier am schwersten gegen das Holzflugzeug vordringen. Mischbau (Sperrholzflügel und Stahlrohrrumpf) ist sehr verbreitet. Statisch überbestimmte Tragwerke mit aufgelösten Holmen fördern die Schußsicherheit der Flügel, Sollbruchstellen und geeignete Rumpfausbildung den Schutz der Insassen bei harten Landungen. Der Widerstand der Fahrgestelle wurde vermindert, die Wasserkühlung bis zum Flügelflächenkühler, die Bewaffnung bis zum rückstoßfreien mittelkalibrigen Geschütz entwickelt. Motoren werden zumeist luftgekühlt mit festen Zylindern und Leistungen bis 500 PS bei recht geringen Einheitsgewichten ausgeführt.

Schon vortragstechnisch bemerkenswert war, was Dr.-Ing. G. Lachmann über die „Entwicklung kleiner und leichter Flugzeuge im In- und Ausland" kritisch zusammenfaßte. Leichtflugzeuge (bis 220 kg Leergewicht) wurden durch die deutschen Segelflugleistungen ermöglicht, aber hauptsächlich durch die englische Leichtmotoren-Industrie gefördert. Flugzeuge mittleren Gewichtes (bis 600 kg Leergewicht) gewannen vor allem in Deutschland praktische Bedeutung, auch als Zubringerflugzeuge auf Luftverkehrs-Nebenstrecken. Das Kleinflugzeug soll sicher und billig fliegen, der Motor darf also nicht vollbelastet laufen; Bau- und Betriebskosten müssen herabgedrückt werden; bei größeren Reihen ist auch hier der Metallbau aussichtreich.

[N 680] Everling.

Neue Wege im Lokomotivbau.

Berichtigung. In dem Aufsatz von Prof. Meineke in Z. Nr. 37 vom 13. September 1924 muß es auf Seite 940, 2. Absatz, 14. Zeile heißen: „als deren Folge Arbeitsverlust und Erwärmung des Öles eintritt". [N 725]

Wärmeerzeugung und Wärmebilanzen von Feuerungen.

Berichtigung. In dem Aufsatz von Dipl.-Ing. Fr. Ebel in Heft 39 ist versehentlich auf S. 1036 für Abb. 21 ein falsches Diagramm wiedergegeben. Wir werden die richtige Abbildung im Schlußteil des Aufsatzes, und zwar in Nr. 42 bringen.

Die dieselelektrische Lokomotive.

Berichtigung. In der Besprechung des Buches von Prof. G. Lomonossoff in Nr. 38 S. 1008 ist mir eine Verwechslung unterlaufen. Die Ausführung der dieselelektrischen Lokomotive stützt sich, wie der Verfasser auf S. 23 erwähnt, auf einen Entwurf von Prof. F. Meineke, Berlin. [N 724] Kurt Schulz.

BÜCHERSCHAU.

...r und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. 7, Abteilung Sortiment, bezogen werden.

...erkraft und Dampfkraft im wirtschaftlichen Wettbewerb. Von ... G. Waffenschmidt, Karlsruhe i. B. 1923, G. Braun G. m. ...H. 67 S. mit 4 Abb. Preis Gm. 1.

...Der Verfasser gibt zunächst ein Bild über die Entwicklung des ...bewerbes zwischen Dampf- und Wasserkraft sowie über deren ...llagen, wobei er weniger auf Zahlen Wert legt, wofür der Umfang ...Buches auch nicht ausreichen würde, sondern nur die großen Ge-...punkte herausarbeitet. Die Ausführungen sind in eine so leicht ...ändliche Form gekleidet, daß der Nichtfachmann den Gedanken-...n ohne Schwierigkeiten folgen kann. Dem Fachmann, der sich ... in den Einzelheiten seines Sondergebietes verliert, wird in einer ...ollendeten Weise der Blick auf das Einigende in Technik und ...chaft gelenkt, und besonders die beiden letzten Teile „Technisch-...haftliche Grundlagen des Wettbewerbes" und „Ergebnisse" geben ...eherzigenswerte Anregungen. Eingehend sind die Wirkungen der ...ntwertung hervorgehoben, die trotz der Festigkeit unserer Wäh-... bei Neubau von Kraftanlagen so lange nicht unberücksichtigt ...n dürfen, als die Möglichkeit besteht, daß die günstige Preis-...tung eine wesentliche Senkung der Anlagekosten und Kohlen-...n herbeiführen kann. Die Unsicherheit wirtschaftlicher Maßstäbe überhaupt, und in jetziger Zeit ganz besonders, wird eingehend erläutert.

Das Buch kann nicht nur Fachleuten, sondern auch den meist nicht technisch ausgebildeten Vertretern in Parlamenten und öffentlichen Körperschaften, die häufig über die Anlage neuer Kraftwerke zu entscheiden haben, zum Studium empfohlen werden.

[E 636] Dipl.-Ing. Gleichmann.

Der Einfluß der Steuerung auf Leistung, Dampf- und Kohlenverbrauch der Heißdampflokomotiven. Von G. Strahl. Hannover-Linden 1924, Hanomag-Nachrichten-Verlag G. m. b. H. 106 S. mit 36 Abb. Preis geb. Gm. 3.

Elektrische Zugförderung. Handbuch für Theorie und Anwendung der elektrischen Zugkraft auf Eisenbahnen. Von Dr.-Ing. E. E. Seefehlner. Mit einem Kapitel über Zahnbahnen und Drahtseilbahnen. Von Ing. H. H. Peter. 2. vermehrte u. verb. Aufl. Berlin 1924, Julius Springer. 658 S. m. 751 Abb. Preis Gm. 48.

Sammlung Göschen, Bd. 885: **Die elektrische Meßtechnik.** Von J. Herrmann. Tl. 1: Die elektrischen Meßmethoden im allgemeinen. Berlin und Leipzig 1924, W. de Gruyter & Co. 124 S. m. 85 Abb. Preis Gm. 1,25.

Die Fräsmaschine. Ihre Entwicklung, ihr Aufbau, ihre Werkzeuge, ihre Einstellung und Bedienung. Von A. Hegele. Stuttgart 1924, Dieck & Co. 362 S. m. 420 Abb. u. 16 Taf. Preis Gm. 6.50.

Die Fermente und ihre Wirkungen. Von Prof. Carl Oppenheimer. Mit einem Sonderkapitel: Physikalische Chemie und Kinetik. Von Dr. R. Kuhn. Liefg. 2. 5. neu bearb. Auflage. Leipzig 1924, Georg Thieme. S. 161 bis 320 m. 38 Textabb. Preis geh. Gm. 7.80.

Fragen der klassischen und relativistischen Mechanik. Vier Vorträge von Prof. T. Levi-Civita. Berlin 1924. Julius Springer. 110 S. m. 13 Abb. Preis Gm. 5.40.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften, T. 3: **Der Wasserbau.** Bd. 7: Landwirtschaftlicher Wasserbau, Fischereilicher Wasserbau, Dünenbau und Seedeiche. Von Paul Gerhardt. 5. Aufl. Leipzig 1924, W. Engelmann. 655 S. m. 670 Abb. Preis geh. Gm. 31, geb. Gm. 34.

Aufgaben aus dem Wasserbau. Von Dr. O. Streck. Berlin 1924, Julius Springer. 362 S. m. 133 Abb. und 11 Tafeln. Preis Gm. 11,40.

Kalkbrennöfen. Von W. Horitz. Berlin 1924. Verein Deutscher Kalkwerke. 66 S. Preis Gm. 2.

Die Cellulosefabrikation (Zellstoffabrikation). Praktisches Handb[...] Papier- u. Cellulosetechniker, Kaufmännische Direktoren, Wer[...] sowie zum Unterricht in Fachschulen. Von H. Schubert. [...] gearb. u. vervollst. Auflage v. E. Altmann. Berlin 1924, M. [...] 279 S. m. 142 Abb. Preis Gm. 18.

Monographien zur Feuerungstechnik, H. 6: **Großgasversorgung.** [...] Starke. Leipzig 1924, O. Spamer. 274 S. m. 6 Abb. Pre[...] Gm. 10, geb. Gm. 11,50.

Ausgewählte Arbeiten des Lehrstuhles für Betriebswissenschaften i[...] den. Hgb. von Prof. Dr. E. Sachsenberg. Bd. 1: Prof. [...] Sachsenberg, Neuere Versuche auf arbeitstechnischem Gebiet. [...] Fehse, Grenzen der Wirtschaftlichkeit bei der Vorkalkulat[...] Maschinenbau. Dr. K. H. Schmidt, Organisation und G[...] der Arbeitszerlegung im fließenden Zusammenbau. Berlin 1924, [...] Springer. 179 S. m. 58 Abb. Preis Gm. 7,50.

Das Reichsgesetz betr. d. Gesellschaften mit beschränkter Haftun[...] 20. April 1892 und 20. Mai 1898. Erläutert von Dr. O. Warn[...] und Dr. F. Koppe. Berlin 1924, Spaeth & Linde. 236 S. [...] geh. Gm. 5,40, geb. Gm. 6.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Befestigung und Haften von Heiz- und Wasserröhren in Kesselrohrwänden.

In Nr. 31 der Zeitschrift berichtet Geh. Baurat Prof. Otto Berndt, Darmstadt, über die Ergebnisse von Versuchen, die er mit verschiedenartig in die Rohrwand eingewalzten Röhren angestellt hat. Dabei hat sich die mit einer Kugelwalze der Firma L. & C. Steinmüller in Gummersbach hergestellte Rohrverbindung als besonders widerstandsfähig gegen Herausdrücken des Rohres aus der Rohrwand erwiesen.

Ich möchte nun darauf hinweisen, daß bei solchen Rohrverbindungen an Dampfkesseln auch Kräfte auftreten können (durch Wärmespannung u. a. m.), welche das eingewalzte Rohrende ins Innere der Kesseltrommel drücken, und daß es sich deshalb, namentlich bei sehr hohen Kesseldrücken, empfehlen dürfte, nicht bloß das Rohrende, sondern auch die Rohraustrittstelle mittels Kugelwalze nach Abb. 1 aufzuweiten, oder aber in der Mitte der Rohrlochwand eine kreisbogenförmige Rille auszufräsen und das Rohr mittels Kugelwalze in diese Rille einzupressen, wie dies Abb. 2 zeigt. Auf diese Weise wurden von mir schon vor 25 Jahren bei den Oberschlesischen Kesselwerken in Gleiwitz die Verbindungsnippel zwischen den hinteren Sektionen von Sektional-Sicherheits-Dampfkesseln und dem sie verbindenden Schlammsammler eingewalzt, nachdem Versuche mit einer solchen Verbindung ergeben hatten, daß sie bei einem Druck noch festsaß und dicht hielt, bei welchem das Rohr in der gesunden Längsnaht aufplatzte. Die Kugelwalze war mit Wälzchen versehen, die nach Abb. 3 geformt waren.

Abb. 1. Aufweitung der Rohraustrittstelle mittels Kugelwalze.

Abb. 2. Ausfräsung einer kreisbogenförmigen Rille in der Mitte der Rohrlochwand.

Abb. 3. Kugelwalze zur Befestigung von Heiz- und Wasserröhren in Kesselrohrwänden.

Dipl.-Ing. Burkhardt.

In meinem Artikel habe ich nur die Haftkraft der einzelnen Befestigungsarten an der Rohrwand behandelt und diese Haftkraft auf Grund von Versuchen ermittelt. Selbstverständlich sind für die Befestigung des Rohres auch noch andere Momente maßgebend, wie Beanspruchungen zufolge der Erwärmung, innerer Dampfdruck usw. Diese letzteren kamen aber für mich bei dem vorliegenden Bericht nicht in Frage, da sie bereits eingehend in der Arbeit von Messerschmidt (Glasers Annalen, 15. Oktober 1919) behandelt sind.

Es ist mir ja als Eisenbahner geläufig, daß sich das in die hintere Rohrwand eingezogene Rohr mit Brust von innen gegen die Rohrwand legt. Es ist mir auch bekannt, daß bereits Yarrow bei seinem Torpedokessel die Rohre etwa so aufgewalzt hat, wie Herr Burkhardt durch Abb. 1 darstellt. Auch „Engineering" 1877 S. 199 hat bereits diese Art der Befestigung mitgeteilt, so daß ich darauf, zumal sie die Haftkraft nicht vergrößert, nicht mehr einzugehen brauchte. Die Befestigung nach Abb. 2 hat bereits Messerschmidt in Glasers Annalen 1919 S. 62 angegeben, also sind die von Herrn Burkhardt angegebenen Rohrbefestigungen bekannt.

Diese Befestigungsarten sind nur bei Rohren brauchbar, die senkrecht zur Rohrwand stehen, nicht aber bei solchen, die schräg eingezogen werden müssen. Dafür ist bislang nur die Steinmüllersche Kugelwalze geeignet. [D 679]

Berndt.

Gußeiserne Rauchgasvorwärmer für niedrigen und hohen Druck.

Zu dem von der Firma L. & C. Steinmüller in Gummersba[...] brachten Aufsatz, Z. Bd. 68 (1924) S. 609, muß ich bemerken: Die [...] und unteren Verteilkasten von Rauchgasvorwärmern (Ekonomiser[...] als Maßstab für die Festigkeit von Perlitguß am wenigsten ge[...] weil die Materialverteilung dieser Kasten denkbar ungünstig i[...] solche Formen im gesamten Maschinen- und Kesselbau sonst ni[...] treten. Durch das starke Einpressen der Röhren in die Verteil[...] werden Röhren und Verteilkasten hoch beansprucht. Da aber die [...] keitsform der Röhren unvergleichlich günstiger als diejenige de[...] teilkasten ist, so muß die Beanspruchung der Verteilkasten nac[...] in Erscheinung treten. Passen die Kegel genau in die Kegelöff[...] und preßt man die Röhren ein, so erfahren die Verteilkasten [...] schwächeren bleibende Formänderungen, was ihre Festigkeit v[...] dert und bis zum Bruch führen kann. Steigert man die Beanspru[...] der Verteilkasten durch das Einpressen der Röhren bis zur [...] Grenze der Bruchlast, so muß bei einer Druckprobe der Bruc[...] sprechend früher eintreten. Alle Baustoffe und Teile sollen b[...] Herstellung keinen hohen Beanspruchungen ausgesetzt werden, n[...] lich nicht solche, deren Beanspruchung man nicht rechnerisch [...] weisen kann. Die Höhe der Sicherheit im Betrieb läßt sich nic[...] stimmen, wenn bei der Herstellung unbekannte und bleibende [...] nungen erzeugt wurden. Im Dampfkesselbau sind bleibende Form[...] rungen unstatthaft, und da ein Rauchgasvorwärmer als ein Tei[...] Kessels angesehen werden kann, so müssen auch bei diesem ble[...] Formänderungen vermieden werden. Der hochwertige Perlitguß, [...] Anwendungsgebiet fraglos groß ist, sollte daher nicht durch Ve[...] an ungeeigneten Formstücken entwertet werden.

Karl Stierle, Mannh[...]

Die Ausführungen des Herrn Stierle gehen an dem vorbe[...] der Aufsatz bezweckt. Nicht Konstruktionseigenheiten sind der[...] der Veröffentlichung, sondern die Frage, welcher Baustoff bei [...] gegebenen Konstruktion am besten geeignet ist.

Auf S. 610 ist schon darauf hingewiesen, daß die gewählten [...] körper in den baulichen Einzelheiten den üblichen Vorwärmerteil[...] Grauguß entsprechen. Diese Graugußteile haben im Vorwärm[...] schon seit etwa 50 Jahren mit bestem Erfolg allgemeine Verwe[...] gefunden. Die Erfahrung hat also bewiesen, daß Grauguß tro[...] durch das Einpressen der Rohre verursachten unkontrollierten [...] nungen, Formänderungen und Beanspruchungen ein geeigneter B[...] für den vorliegenden Zweck ist. Wenn mit solchen Spannung[...] rechnet wird, welche die Festigkeit vermindern, so ist der besser[...] stoff, der Perlitguß, erst recht am Platze. Gerade dies beweis[...] großen Fortschritt, den die Einführung von Perlitguß im Vorwärm[...] bedeutet. Mit steigenden Dampfdrücken wird die Verwendung [...] hochwertigen Baustoffes selbstverständlich. Auch die Zusammens[...] des Perlitgusses ist nach den neuesten Forschungen (s. „Enginee[...] 4. Juli 1919 und Foundry Tr. Journ. 15. Mai 1924 S. 406) für [...] Temperaturen außerordentlich geeignet.

Der Forderung des Herrn Einsenders, Vorspannungen in [...] Fällen zu vermeiden, wo man ihre Höhe nicht genau berechnen [...] läßt sich kaum entsprechen. Gerade im Kesselbau ist man ge[...] Vorspannungen anzuwenden. Niemand wird es einfallen, z. B. da[...] walzen der Siederohre untersagen zu wollen, und doch ist hi[...] Berechnung der hervorgerufenen Spannungen schwierig, weil di[...] dingungen, wie Gewissenhaftigkeit und Sorgfalt beim Ausführe[...] Arbeit u. a., sehr schwanken. Dagegen könnte man bei den [...] wärmerrohren wohl die Spannung berechnen, die durch das Ein[...] der Rohrkegel in die Kasten unter bestimmtem Druck entsteht. [...] würde auch dieser Einwand entfallen. [D [...]]

Obering. A. Hammermann der Fa. L. & C. Steinm[...] Gummersbach.

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

R. 42 — SONNABEND, 18. OKTOBER 1924 — BD. 68

INHALT:

Feinmechanik und Maschinenbau.

Von Obering. O. Richter, Siemensstadt.

An den Bestandteilen einer Fernsprechstelle wird gezeigt, daß die feinmechanische Technik so stark vom Maschinenbau abweicht, daß die heutige Maschinenbaukunde nicht ausreicht, um die vielgestaltigen Geräte der Feinmechanik zu entwerfen und herzustellen. Ferner wird auf die Bedeutung der feinmechanischen Industrie für die Ausfuhr hingewiesen.

Das Gebiet der Feinmechanik.

Nach einer Zusammenfassung, die Lindner in Luegers Lexikon über den Begriff der Maschine gibt, kann man sie als Verbindung mehrfacher Glieder, die sich unter der la rnden, gleichartigen Wirkung einer Kraft gegenseitig in regelmäßiger Wiederkehr bewegen und eine technisch nutzbare Arbeit lei n (indem sie Kraftwirkungen unter bestimmten Bewegungen au ben), ansehen. Hierunter fallen nicht die mechanischen, optisc n und elektrischen Meßgeräte und Instrumente, die als Hilfsmi l bei der Fabrikation und zur Beurteilung und Kontrolle der fe gen Maschine dienen. Die Masc nenbaukunde hat sich bisher auch ni t mit diesen Einrichtungen besc ftigt, so daß man z. B. in einem L buch oder Atlas über Maschin eile vergebens nach den Elemente suchen wird, aus denen sich die G te zur Messung von Einzelteilen od Tachometer, Umdrehungszähler, H zähler, Indikatoren, Wassermesse Gasmesser, Uhren und Schreibv ichtungen, Wagen, Zugkraftmesse Manometer, Kalorimeter und P ometer, Frequenzmesser, Strom-, S nungs- und Leistungsmesser u . zusammensetzen.

euleaux wollte weiter gehen u auch Uhren, Wagen, Teleskope u . mit unter den Begriff Maschine st n, so daß schließlich auch S eib-, Rechen- und Nähmaschinen, T graphen- und Fernsprechappar und die vielen optischen Einricht gen darunter gefallen wären.

Vielleicht hätte sich dann auch die Maschinenbaukunde di er Gegenstände angenommen und sie mit derselben Gründlichk behandelt, wie ihre „Maschinen". Das ist aber nicht gesc hen, und das ganze große Gebiet, das wir heute unter „Feinm anik" verstehen, ist von der Maschinenbaukunde oder Konst ktionslehre unberücksichtigt geblieben.

Das ist um so bedauerlicher, als heute noch aus alter Überli rung viel Zeit auf die Lehre von Kraftmaschinen verwendet w l, obgleich sie wirtschaftlich an Bedeutung die feinmechanische T nik nicht übertreffen, die heute Hunderttausende von Arbeite und Angestellten beschäftigt und für deren Lehre noch so gut w nichts geschieht.

Dabei greift die Feinmechanik überall, wie aus der vors enden Aufzählung zu ersehen ist, in den Maschinenbau ein. Wenn diese Geräte auch nur zum Teil zur Beurteilung und Nachprüfung der „Maschinen" dienen, so werden sie doch heute zum größten Teil mit Hilfe von „Maschinen" angefertigt. Das allein sollte die Maschinenbaukunde nötigen, sich mit ihnen zu beschäftigen.

Gestaltung und Herstellung in der Feinmechanik.

Im Folgenden soll versucht werden, an einigen Beispielen die Eigenart der in der Hauptsache auf Massenfertigung eingestellten feinmechanischen Technik zu zeigen und den Beweis zu führen, daß die Kenntnis der üblichen Maschinenelemente nicht ausreicht, um die vielgestaltigen Geräte dieser Technik zu entwerfen, und die üblichen Kenntnisse im Bau von Werkzeugen und Vorrichtungen nicht genügen, um diese Geräte herzustellen.

Abb. 1. Neuzeitliche selbsttätige Fernsprechstelle.

Der Konstrukteur für Werkzeugmaschinen wird dadurch vielleicht auch in seiner Ansicht bestärkt werden, daß zur Anpassung seiner Maschinen an die Bedürfnisse dieser Technik ihre genauere Kenntnis erwünscht wäre.

Betrachten wir z. B. eine moderne selbsttätige Fernsprechstelle, Abb. 1, wovon heute eine einzige Firma mehr als 50 000 Stück im Jahre herstellt. Die Stelle enthält als konstruktiv und fabrikatorisch beachtenswertesten Bestandteil den sogenannten Nummernschalter. Dieser ist eigentlich auch eine kleine Maschine, wenn man davon absieht, daß die „Kraft" nicht dauernd wirkt. Durch „Aufziehen" der Nummernscheibe mit der Hand führt man dem Schalter eine gewisse Energie zu, diese leistet beim Ablauf des Schalters technisch nutzbare Arbeit, indem sie einen Kontakt regelmäßig öffnet und schließt. Der Ablauf muß durch eine Bremse, Abb. 2 und 3, so verzögert werden, daß die Zeitabschnitte zwischen den einzelnen Öffnungen und Schließungen der Kontakte eine gewisse Größe haben und möglichst gleich sind. Die Ablaufzeit muß auch einstellbar sein.

Die Bremswirkung wird durch zwei Backen b an den Enden von dünnen Blattfedern f ausgeübt, deren federnde Länge durch den axial verschiebbaren Ring r eingestellt werden kann. Der Antrieb erfolgt durch ein Schneckenrad, das in die Schnecke s eingreift. Derartige Bremsen werden in der Maschinenlehre im allgemeinen nicht behandelt, ebensowenig wie die verschiedenen Dämpfungen bei elektrischen Meßgeräten und die Gang-

regler bei Laufwerken, z. B. Morseschreibern, Sprechmaschinen und dergl.

Bemerkenswert und vom Maschinenbau abweichend ist auch das bei diesem Schalter verwendete Sperrad, Abb. 4 bis 6, dessen Zähne gestanzt sind und dessen Rand zur Erhöhung der Festigkeit umgebogen ist. Abb. 7 zeigt die ebenfalls gestanzte Sperrfeder.

Bei einem Bedarf von 50 000 Stück lohnt es schon, alles herauszusuchen, was zur Verbilligung dient. Ohne genaue Kenntnisse im Werkzeugbau ist das aber nicht möglich. Das Sperrad ist mit einer Buchse vernietet, die mit der Achse nicht durch einen Keil, wie im Maschinenbau üblich, sondern durch einen Kegelstift verbunden ist. Die Verwendung von Keilen zum Befestigen von Rädern, Scheiben, Buchsen und dergl. auf Achsen kennt man in der feinmechanischen Technik nicht, da bei kleinen Drehmomenten der Kegelstift ein viel billigeres und vollkommen ausreichendes Befestigungsmittel ist.

Da die Achsen in der Feinmechanik im allgemeinen nur Bewegungen und keine Leistungen übertragen, sehen auch die sonstigen Befestigungsmittel für Teile auf Achsen sowie die Lagerungen der Achsen[1]) anders als im Maschinenbau aus. Die Bezeichnung „Welle" ist aus demselben Grund in der Feinmechanik auch nicht gebräuchlich. Man spricht hier von einer Induktorachse, einer Zeigerachse bei Meßgeräten usw.

[1]) Vergl. Maschinenbau-Gestaltung Bd. 3 (1923/24) Heft 2).

Abb. 8 und 9 zeigen die Blechkappe dieser Fernsprechs Die Kappe wurde früher aus einem Stück Messingblech teurem Eisen-Tiefziehblech gezogen. Neuerdings wird sie bil aus drei Teilen aus gewöhnlichem Flußeisen-Stanzblech m Punktschweißung hergestellt. Die beiden Seitenflächen we gemeinsam als eine flache Schale gezogen, die dann dur schnitten wird. Die Punktschweißmaschine hat somit hier W in Konstruktion und Fabrikation veranlaßt und die Geschirrp teilweise verdrängt.

Die elektrische Punktschweißung wird noch an an Teilen angewendet, z. B. zur Befestigung eines gezogenen chens, das den Halter für einen Gummifuß bildet, Abb. 10 un oder zur Befestigung einer Verstärkerlasche auf einem B Abb. 12 und 13, das zu dünn ist, um ein gutes Gewinde a nehmen. Bei den in der feinmechanischen Technik verwen dünnen Blechen, deren Dicke meist 0,5 bis 1 mm bet kommt es häufig vor, daß man besondre Vorkehrungen tr muß, um die erforderliche Gewindelänge unterzubringen. legt man z. B. bei Anschlußklemmen das Ende der Klemme wodurch man die doppelte Wandstärke erhält, Abb. 14 bis

Die letzten Abbildungen zeigen auch, wie solche Metalltei Isolierstoff eingebettet werden. Eine andere Art der Einbett wobei die Metallteile durch Rändel und Rillen festgehalten den, verwendet man an dem Einsprechtrichter des Mikropl

Abb. 2 und **3.** Bremse zur Verzögerung des Nummernschalters.

Abb. 4 bis **7.** Sperrad mit Sperrfeder für den Nummernschalter.

Abb. 8 und **9.** Blechkappe der Fernsprechstelle.

Abb. 10 und **11.** Halter für einen Gummifuß.

Abb. 12 und **13.** Verstärkung eines Bleches.

Abb. 14 bis **16.** Verstärkung einer Anschlußklemme.

Abb. 21 und **22.** Achse kreuzweise angebohrt.

Abb. 23 und **24.** Achse mit Rändel und Rille versehen.

Abb. 19 und **20.** Schalter mit Achse in Spritzguß.

Abb. 17 und **18.** Einsprechtrichter.

b. 17 und 18. Der Konstrukteur muß die Metallteile so ge-
lten, daß sie nach der Einbettung gut festsitzen.
Ein verhältnismäßig großes Arbeitsfeld bietet sich hier dem
rkzeugkonstrukteur, da man heute beim Verbinden von Metall-
: Isolierteilen vielfach die Verschraubung oder Vernietung mit
rteil durch Einbettung ersetzt, was neuartige Werkzeuge er-
dert. Einbettungen kommen auch häufig bei Spritzmetall
inn- oder Zinklegierungen) vor, das an die Werkzeuge andre
forderungen stellt. Spritzmetall erspart in der Massenfertigung
re Bearbeitung.
So kann man die Achse *a* bei einem Schalter, der ebenfalls
rnsprechzwecken dient, Abb. 19 und 20, in Spritzmetall ein-
ten, indem man sie kreuzweise anbohrt, Abb. 21 und 22, oder
r Rändel und Rille versieht, Abb. 23 und 24, damit sie im Spritz-
gut verankert wird.
Neuerdings beginnt man auch in Deutschland, Formteile aus
uminium zu spritzen, nachdem Amerika, wie auf vielen anderen
bieten der Massenfertigung, vorangegangen ist. Der Aufsatz
i Abb. 25 ist in dieser Weise hergestellt.
Das Spritzen von Aluminiumteilen bietet dem Werkzeugkon-
ukteur wegen der hohen Schmelztemperatur dieses Metalls
ondere Schwierigkeiten. Dafür hat das Verfahren den Vor-
, daß man es auch bei solchen Teilen anwenden kann, die
ere Ansprüche an Festigkeit und Unveränderlichkeit stellen
d daß man Messing vielfach durch Aluminium, also ein Metall,
wir im eigenen Lande gewinnen, ersetzen kann.
Auch die Grundplatte für den erwähnten Nummernschalter
d neuerdings aus Aluminium gespritzt. Während auf der bis-
gestanzten Platte, Abb. 26, zahlreiche Einzelteile, Abb. 27,
chträglich befestigt werden mußten, fallen diese bei der ge-
itzten Platte, Abb. 28, weg, mit Ausnahme der Messing-
hse (unten rechts), die mit eingespritzt wird. Bei der gespritzten
d alle diese Teile durch angespritzte Ansätze und dergl. ersetzt.
Obgleich die Verwendung von Aluminium-Spritzguß in diesem
ll zunächst keine Ersparnis an Material und Arbeitslohn er-
t, so vereinfacht sie doch erheblich den Geschäftsgang, weil
n Teile ganz fortfallen und damit auch das zugehörige Schreib-
rk, die Terminverfolgung, die Transporte von einem Saal zum
lern, die Lagerhaltung usw. erspart werden.
Die Änderung des Herstellverfahrens bedingte natürlich
e vollständige Umkonstruktion der Platte. Die Entscheidung
über, ob man das bisherige Verfahren mit den erprobten Werk-
gen verlassen soll, fällt hier selbst dem in der feinmecha-
chen Technik erfahrenen Fachmann schwer. Ziemlich hilflos
ht jedoch derartigen Aufgaben ein Maschinenbauer gegenüber,
nur gewöhnt ist, Teile aus Eisen, Messing oder Aluminium
gießen und die Arbeitsflächen zu fräsen oder zu schleifen. Er
i deshalb auch nicht imstande, anzugeben, wie man die 60 übri-
Teile (die Schrauben nicht mitgerechnet) dieses Nummern-
alters herstellen und die erforderlichen 542 Arbeitsgänge fest-
en soll, weil die Maschinenteile, mit denen der Maschinen-
ıer gewöhnt ist, umzugehen, ganz andre Abmessungen und
wichte haben und infolgedessen auch anders bearbeitet werden
ssen. Wiegt doch z. B. ein einfacher ¾zölliger Schrauben-
zen von 45 mm Schaftlänge mit Mutter allein so viel wie der
nze Schalter mit seinen 61 Teilen, nämlich etwa 350 g.
Dieser Vergleich kennzeichnet auch das Verhältnis zwischen
terial- und Arbeitskosten bei den Erzeugnissen von Maschinen-
bau und feinmechanischer Technik. Bei der feinmechanischen
Technik muß man allgemein mehr Arbeit aufwenden, weshalb
sich ihre Erzeugnisse auch für die Ausfuhr besser eignen, als
die des Schwermaschinenbaues; diese Feststellung ist besonders
unter den heutigen Zeitverhältnissen wichtig.

Soll die Blechkappe, Abb. 8 und 9, mit einer Buchse zum
Durchführen z. B. eines Druckknopfes ausgerüstet werden, so
verwendet man keine gedrehte Buchse, was für den Maschinen-
bauer wohl das Nächstliegende wäre, sondern man stanzt sie
aus Blech und legt zur Befestigung Lappen um, Abb. 29 bis 31.
Diese Konstruktion hat zugleich den Vorteil, daß sich die Büchse
seitlich etwas verschieben läßt, wenn der durchgeführte Druck-
knopf nicht genau in der Mitte sitzt.

RZ559Z25

Abb. 25. Aus Aluminium gespritzter Aufsatz.

RZ559Z26

Abb. 26. Gestanzte Grundplatte des Nummernschalters aus Aluminium.

RZ559Z37

Abb. 28. Gespritzte Grundplatte aus Aluminium mit Messingbuchse.

Mit durchgesteckten und umgebogenen Lappen wird auch
der Rahmen für ein Firmen- oder Nummernschild befestigt,
Abb. 32 und 33. Diese Befestigung reicht vollkommen aus und
ist billiger als Verschraubung, Nietung oder dergl.

Forderungen an das technische Schulwesen.

Ähnliche Betrachtungen lassen sich an beliebigen anderen
Erzeugnissen der feinmechanischen Industrie anstellen, ganz
gleich, ob man eine Schreibmaschine, ein elektrisches Meßinstru-
ment, einen Radioapparat
oder dergl. herausgreift.
Überall wird man fin-
den, daß Konstruktion
und Herstellung so stark
vom Maschinenbau ab-
weichen, daß man voll-
ständig umlernen muß,
wenn man von diesem
zur feinmechanischen
Technik übergehen will.
Dieses Umlernen machen
heute alle jungen In-
genieure und Techniker
durch, die von den
Technischen Hoch- oder
Mittelschulen kommen
und in die feinmecha-
nische Industrie eintre-
ten. Das bedeutet große
Zeit- und Kraftver-
schwendung, da jährlich
Hunderte diesen Über-
tritt vollziehen. Sie
können zunächst keine
nutzbringende Arbeit
leisten, müssen vielmehr
erst jahrelang im Be-
triebe „angelernt" wer-
den, und ihr Wissen
bleibt leider auch nur Stückwerk, da der Betrieb keine planmäßige
Ausbildung geben kann.

RZ559Z27

Abb. 27. Einzelteile der gestanzten Grundplatte.

Es ist dringend erforderlich, daß die T e c h n i s c h e n
H o c h - u n d M i t t e l s c h u l e n auch die feinmechanische Tech-
nik in ihren Lehrplan aufnehmen und insbesondere auch die
Massenfertigung berücksichtigen.

Der Werkzeugmaschinenbau, der lange Zeit ebenfalls stiefmütterlich behandelt wurde, ist inzwischen versorgt worden. Man sollte aber nun weitergehen und auch den Bau von Werkzeugen und Vorrichtungen für die Massenfertigung wissenschaftlich durchdringen und mit derselben Gründlichkeit wie die Werkzeugmaschinen behandeln; ebenso sollte man sich auch den Konstruktionselementen der Massenfertigung zuwenden. Bei der Bedeutung, welche die Massenfertigung heute hat, und im Hinblick auf den scharfen Wettbewerb Amerikas gerade auf diesem Gebiete, sollte man keine Zeit verlieren[1]).

Massenfertigung haben wir in der feinmechanischen Technik mehr als im Maschinenbau. Bei Fernsprecheinrichtungen, Schreibmaschinen, Meßgeräten, Fahrrädern, Nähmaschinen usw. kommt man auf Stückzahlen, die unserem Maschinenbau fehlen. Hier kann man auch „amerikanische" Fabrikationsverfahren anwenden, die im allgemeinen Maschinenbau nicht möglich sind.

Abb. 29 bis 31. Gestanzte Durchführungsbüchse.

Abb. 32 und **33.** Befestigung eines Schildrahmens.

Man könnte einwenden, daß die Spezialisierung bei der Ausbildung unserer Ingenieure nicht noch weiter getrieben werden sollte, als schon geschehen ist. Bei dem Umfang der feinmechanischen Industrie und der Massenfertigung sollte man aber dennoch diesen Schritt unternehmen und auch „Diplom-Ingenieure der feinmechanischen Technik" ausbilden. Solche Ingenieure müßten gleich gut in Fabriken für Fernsprechgeräte, elektrische Meßgeräte, optische Geräte, Wassermesser, Schreibmaschinen und dergleichen zu gebrauchen sein, und das Studium der feinmechanischen Technik sollte auch die Grundlage für den Fernmeldetechniker bilden, ebenso wie die Maschinentechnik heute die Grundlage für den Starkstromtechniker ist.

Fernmeldetechniker bilden schon einige Hochschulen aus; aber die Fabriken für Fernmeldegeräte brauchen daneben noch Ingenieure für die konstruktive Ausgestaltung und Fabrikation der Geräte. Um z. B. die hier behandelte Fernsprechstelle zu bauen, braucht man kein Fernmeldetechniker zu sein, wenn Werte für Mikrophon und Telephon bereits vorliegen. Dagegen sind umfassende Kenntnisse in der Massenfertigung notwendig. Eine ähnliche Arbeitsteilung herrscht auch schon in den Dynamowerken vor, wo Elektrotechniker und Maschinentechniker beschäftigt werden.

Der Einführung der feinmechanischen Technik als Lehrfach an den Technischen Hochschulen stehen vorläufig erhebliche Schwierigkeiten im Wege, weil weder Lehrmittel noch Lehrkräfte für diesen Zweck vorhanden sind. Die Lehrmittel werden jetzt vom „Verein Fachschule für feinmechanische Technik E. V."[2]), dem die führenden feinmechanischen Großfirmen angehören, durch besondere Fachausschüsse gesammelt; aber Lehrkräfte kann diese Industrie in den nächsten Jahren kaum stellen, da sie selbst Mangel an akademisch gebildeten Ingenieuren hat.

Machinenbau und Starkstromtechnik haben bis zum Kriege fast alle Bewerber von den Technischen Hochschulen aufgenommen, so daß für die feinmechanische Industrie nur wenige übrig blieben. Aber es beginnt sich jetzt ein Wandel vorzubereiten, indem diese Industrie endlich auch in größerem Umfang Praktikanten einstellt, die nach beendetem Studium zurückkehren werden. Leider wird der Wirkungsgrad ihres Studiums, an ihrem künftigen Arbeitsgebiet gemessen, vorläufig kaum groß sein.

Umfang und wirtschaftliche Bedeutung der feinmechanischen Industrie lassen sich ohne Anspruch auf Vollständigkeit durch folgende Zahlen kennzeichnen.

Nach den Angaben der wirtschaftlichen Vereinigung der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik waren mit der Herstellung chirurgischer, optischer und feinmechanischer Instrumente im eigentlichen Sinn in Deutschland etwa 40 000 Arbeiter beschäftigt. Einen besonders wichtigen Teil der feinmechanischen Industrie bildet die elektrische Fernmeldetechnik, die nach einem Vortrag von Prof. Dr. Rudolf Franke, Techn. Hochschule Berlin, auf der Jahresversammlung deutscher Elektrotechniker im September 1920, etwa 47 vH der gesamten deutschen elektrotechnischen Industrie umfaßt. Neuerdings werden nach Angabe von Staatssekretär Dr. Bredow bei den im Zentralverband der elektrotechnischen Industrie angeschlossenen Spezialfirmen allein 8000 Arbeiter mit der Anfertigung von Radiogeräten beschäftigt. Dazu kommen noch Tausende von Arbeitern der Teillieferanten.

In diesen 47 vH sind aber die Werke nicht einbegriffen, die sich mit der Herstellung von elektrischen Lampen, Schaltern, Sicherungen und sonstigen kleineren Apparaten für elektrotechnische Zwecke sowie mit elektrischen Zähl-, Meß- und Selbstschreib-Vorrichtungen beschäftigen. In Betracht kämen außerdem die Fabriken von Nähmaschinen, Schreib- und Rechenmaschinen, Sprechmaschinen, Gas- und Wassermessern u. a. mehr.

Für die Frage, wie weit eine Industrie der besonderen Förderung des Staates würdig ist, kommt heute in erster Linie die Größe der Ausfuhr in Betracht. Für die chirurgischen, optischen und feinmechanischen Instrumente betrug nach Angaben der wirtschaftlichen Vereinigung der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik im Jahr 1913 die Ausfuhr 106 Mill. ℳ. Der Wert der Ausfuhr in elektrotechnischen Geräten hat sich 191[illegible] nach dem Statistischen Jahrbuch des Deutschen Reiches 1914 auf 166 808 000 ℳ belaufen. Hinzu kommen noch für Nähmaschinen, Gas- und Wassermesser, Schreibmaschinen, Sprechmaschinen sowie Läutewerke, Zähler, Automaten usw., zusammen 57 105 000 ℳ. Daraus würde sich für das Jahr 1913 ein Gesamtwert von rd 332 Mill. Goldmark ergeben haben. [B 559]

[1]) Vergl. auch die Ausführungen von Prof. Dr.-Ing. Klingenberg über „Gegenwartsfragen der Technik", VDI-Nachrichten Nr. 23 vom 4. Juni 1924.

[2]) Geschäftsstelle: Charlottenburg, Schillerstr. 8 III.

Ein neuer Hängeisolator für 110 kV.

In den Vereinigten Staaten von Amerika ist, wie wir der ETZ vom 2. Oktober 1924 entnehmen, ein ganz eigenartiger Hängeisolator von H. B. Smith hergestellt worden, der sich dadurch auszeichnet, daß für 110 kV Betriebspannung nur ein einziges Glied, für 220 kV zwei Glieder ausreichen sollen. Der Isolator besteht aus einem 50 mm dicken Stab aus getränktem Holz, der oben einen flach gewölbten Metallschirm trägt und unten mit einer ringförmigen Metallwulst versehen ist.

Die Überschlagspannung beträgt 280 kV in trockenem Zustande und 200 kV bei Regen, bei zwei Gliedern ergeben sich 500 kV bzw. 350 kV. Angaben über die mechanische Festigkeit fehlen. Coronaeffekte sollen bis dicht unterhalb der Überschlagspannung nicht auftreten. Eine Beschädigung des Holzes durch Entladung soll ausgeschlossen sein, da der eigentliche Isolierkörper infolge der gleichmäßigen Feldverteilung elektrisch wenig beansprucht wird. Besonders hervorzuheben sind noch die geringe Baulänge von 977 mm sowie das kleine Gewicht und die niedrigen Kosten. Der obere Metallschirm hat 1142 mm Dmr., die untere Wulst 431 mm äußeren Dmr. und 152 mm Ring-Dmr.; der Abstand der äußeren Schirmkante bis zur Ringwulst beträgt 527 mm.

Bei der Vorführung des neuen Isolators in der Bezirksversammlung des American Institute of Electrical Engineers in Worcester wurde in der Aussprache besonders auf die im Betriebe nicht ausbleibende Verkohlung des Holzes hingewiesen, die besonders dann eintritt, wenn die Oberfläche durch Nebel oder Schmutzablagerungen leitend wird. Weiterhin müßte der neue Isolator noch daraufhin erprobt werden, wie er sich gegenüber Vogelstörungen, Schnee usw. verhält. Ein Nachteil gegenüber dem mehrgliedrigen Hängeisolator aus Porzellan ist ferner unzweifelhaft die Größe und Schwere der Einzelteile, die für die Beförderung und den Zusammenbau, besonders in gebirgigen Gegenden, sehr hinderlich sind. Auch als Abspannisolator in wagerechter Lage ist der neue Hängeisolator noch nicht erprobt. [N 758] Sd.

Das Gegendruckverfahren und seine Anwendung bei der Dampfturbine.

III. Teil: Das Gegendruckverfahren als Regenerativverfahren.

Von Prof. Dr. G. Zerkowitz, München.

Die wärmetechnischen Grundgleichungen des Arbeitsverfahrens mit Anzapfdampf-Vorwärmung für eine und für mehrere Anzapfstellen werden entwickelt. Bei unendlich vielen Anzapfstellen wird bei anfänglich trocknem Dampf der Wirkungsgrad des Carnot-Prozesses erreicht. Zum Schluß wird auf einige neuere Anlagen hingewiesen, bei denen die Anzapfdampf-Vorwärmung verwirklicht ist.

m ersten Teil meines Aufsatzes[1]) wurde zwischen dem Gegendruckverfahren im engeren Sinne und dem erweiterten Gegendruck- oder Entnahmeverfahren unterschieden. In beiden ällen wird die Wärme des Gegendruck- oder des Entnahmeimpfes für fremde Heizzwecke verwendet, nämlich für solche, e nicht zum eigentlichen Kraftbetrieb gehören. Man kann aber ei einer gewöhnlichen Kondensationsturbine an einzelnen Stellen er Turbine Dampf abzapfen, um das Kondensat vorzuwärmen. s erhellt, daß man diese Anzapfdampf-Vorwärmung, die man vielch auch als Regenerativverfahren bezeichnet, als eine esondere Art des Gegendruckverfahrens ansprechen darf.

Bisher hat man bei Dampfkraftmaschinen den Clausius-Ranine-Prozeß zu verwirklichen versucht, Abb. 1. Die zugeführte Järme besteht aus drei Teilen: der Flüssigkeitswärme (Fläche *gan*), der Verdampfwärme (Fläche *nabo*) und der Überhitzungswärme (Fläche *obcz*), dementsprechend kann man sich auch die rbeitsleistung aus den drei Flächen *gaf*, *abef* und *bcde* zusammengesetzt denken. Sieht man zunächst davon ab, daß die Wärme ı Wirklichkeit durch die Feuergase aus dem Kessel zugeführt vird, und betrachtet man lediglich den Arbeitsprozeß des Dampfes, o kann man für jeden dieser drei Vorgänge einen thermischen Virkungsgrad angeben: Für die eigentliche Verdampfung ist der Virkungsgrad der eines Carnotprozesses zwischen den Temperaturen T_1 und T_2. Für die Überhitzung ist der Wirkungsgrad öher.

Am ungünstigsten stellt sich der Wirkungsgrad der Flüssigeitserwärmung; der Augenschein lehrt, daß sie, auf die Temperaurgrenzen T_1 und T_2 bezogen, wesentlich uncarnotisch erläuft. Daher ist die Frage berechtigt, ob man diesen ungüntigen Vorgang vermeiden kann. In der älteren Literatur, so z. B. ei Zeuner und Grashof, wird unter Ausschaltung der Überhitzung ein Prozeß beschrieben, bei dem für anfänglich rockenen Dampf der Carnotsche Kreislauf verwirklicht werden ann. Er beruht darauf, daß man im Kondensator dem von *b* ach *e* expandierten Dampf nicht die ganze Verdampfwärme, sonern nur eine Wärmemenge entsprechend der Fläche *feon* entieht, so daß hinter dem Kondensator ein Dampfzustand entsprehend dem Punkte *f* herrscht, worauf man das Dampfwassergenisch mittels eines nassen Kompressors von *f* nach *a* verdichtet. Zum Schluß erhält man warmes Wasser vom Druck p_1 und der Siedetemperatur t_1. Dieser Vorgang ist jedoch praktisch kaum urchführbar.

Wie nachstehend gezeigt werden soll, kann man sich demelben Ergebnis mit Hilfe des Regenerativverfahrens oder der Anzapfdampf-Vorwärmung mehr oder weniger vollkommen nähern. Dieses Verfahren ist schon früher bekannt gewesen, aber erst in neuerer Zeit wird ihm auch in der Praxis große Bedeutung beigelegt, wie die Ausführungen von Stodola[2]), Orrok[3]), Noack[4]) und Münzinger[5]) beweisen. Daß man dieses Verfahren bisher auf dem europäischen Festland nur wenig verwendet hat, mag daran liegen, daß seine Durchführung eine Umgestaltung der ganzen Kraftanlage, in erster Linie des Kessels, bedingt, indem für die sonst im Rauchgasvorwärmer verwendeten Feuergase von niedriger Temperatur eine anderweitige Verwendung geschaffen werden muß.

[1]) Z. Bd. 68 (1924) S. 147.
[2]) Dampf- und Gasturbinen V. Aufl. S. 1086.
[3]) „Power" Bd. 56 (1922) S. 684 u. 913.

Von besonderm Wert ist das Regenerativverfahren bei hohen Anfangsdrücken. Ein Blick auf das *TS*-Diagramm lehrt, daß mit zunehmendem Druck die Flüssigkeitswärme wächst, die Verdampfwärme dagegen abnimmt. Wie aber oben dargelegt, ist der Flüssigkeitswärme-Prozeß der ungünstigste; ihn zu beseitigen oder einzuschränken, ist also gerade dann von Wert, wenn man auf hohe Anfangsdrücke übergeht. Orrok sagt geradezu, daß die Hochdruckbestrebungen erst durch die Anzapfdampf-Vorwärmung ihre eigentliche Bedeutung erlangen.

Abb. 1. Wärmediagramm des Dampfkraftprozesses.

Zunächst seien die wärmetechnischen Grundlagen für diese besondere Art des Gegendruckverfahrens auseinandergesetzt.

Abb. 2 ist der Plan einer Anzapfdampf-Speisewasservorwärmung für eine einzige Entnahmestelle. Der Turbine wird stündlich die Dampfmenge G_0 vom Druck p_0 und dem Wärmeinhalt i_0 zugeführt; an der Stelle, wo der Druck p, Abb. 3, herrscht, wird eine Dampfmenge ΔG entnommen, so daß zwischen dem Druck p und dem Kondensatordruck p_k nur die Dampfmenge $G_k = G_0 - \Delta G$ verarbeitet wird, die, nachdem sie im Kondensator verflüssigt worden ist, im Vorwärmer von der Temperatur t_k auf die dem Druck p entsprechende Temperatur t erwärmt wird, wobei sich ΔG niederschlägt. Darauf werden G_k und ΔG in den Kessel gedrückt. Wäre keine Anzapfdampf-Vorwärmung vorhanden, so würde man mit Hilfe der Turbine aus der Dampfmenge G_0 an Arbeit erhalten

$$\mathfrak{A}_0 = G_0 (i_0 - i_k) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (1)$$

und der hierfür erforderliche Wärmeaufwand wäre

$$Q_0 = G_0 (i_0 - q_k) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (2)$$

Abb. 2. Plan einer Dampfturbinenanlage mit einem Anzapfdampf-Vorwärmer.

[4]) Z. Bd. 67 (1923) S. 1153. [5]) Z. Bd. 68 (1924) S. 137.

dementsprechend wäre der thermische Wirkungsgrad

$$\eta_0 = \frac{i_0 - i_k}{i_0 - q_k} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3).$$

Für verlustfreie Arbeit in der Turbine, die Abb. 3 unter der Annahme darstellt, daß der Dampf anfangs trocken gesättigt ist, würde η_0 dem Wirkungsgrad des Clausius-Rankine-Prozesses zwischen den Temperaturen T_0 und T_k entsprechen. Die entwickelten Gleichungen sind im übrigen vom Verlauf der Expansions-

Abb. 3. Das Regenerativverfahren im Wärmediagramm für eine Anzapfstelle.

linie in der Turbine unabhängig, gelten also auch unter Berücksichtigung der Verluste.

Für den Vorgang mit Anzapfdampf-Vorwärmung beträgt die Arbeit

$$\mathfrak{A} = G_0 (i_0 - i) + G_k (i - i_k) \quad \ldots\ldots \quad (4),$$

der erforderliche Wärmeaufwand

$$Q = G_0 (i_0 - q)^{1)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5).$$

Der Wärmeaustausch im Vorwärmer vollzieht sich im Idealfall nach

$$\varDelta G (i - q) = G_k (q - q_k) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

oder da $G_0 = G_k + \varDelta G$ ist, so gilt auch

$$G_k = G_0 \frac{i - q}{i - q_k} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6a).$$

Durch Einführen dieser Beziehung in (4) erhält man:

$$\mathfrak{A} = G_0 \left[(i_0 - i) + (i - i_k) \left(\frac{i - q}{i - q_k} \right) \right] \quad \ldots\ldots \quad (4a).$$

[1] Dabei können für q_0, q und q_k die in den Dampftafeln angegebenen Werte benutzt werden, da der Unterschied gegenüber der wirklich zuzuführenden Wärme sehr gering ist; wegen des näheren Zusammenhanges sei auf Stodola, Dampf- und Gasturbinen, Nachtrag zur V. Aufl. S. 3 hingewiesen.

Abb. 4. Plan einer Dampfturbinenanlage mit zwei Anzapfdampf-Vorwärmern und drei Pumpen.

Der Wirkungsgrad dieses Prozesses beträgt nun

$$\eta = \frac{\mathfrak{A}}{Q} \quad \ldots\ldots\ldots \quad ($$

Um feststellen zu können, inwieweit die Anzapfdampf-Vorwä mung einen Nutzen bringt, m. a. W. ob $\eta > \eta_0$ ist, setzen wir

$$\mathfrak{A}_0 - \mathfrak{A} = \mathfrak{A}_v \quad \ldots\ldots \quad (8$$

$$Q_0 - Q = Q_r \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9$$

Aus (1) und (4a) ergibt sich

$$\mathfrak{A}_v = G_0 (i - i_k) \frac{q - q_k}{i - q_k} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8a$$

und aus (2) und (5)

$$Q_r = G_0 (q - q_k \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9a$$

Statt (7) kann man schreiben

$$\eta = \frac{\mathfrak{A}}{Q} = \frac{\mathfrak{A}_0 - \mathfrak{A}_v}{Q_0 - Q_r} = \frac{\mathfrak{A}_0}{Q_0} \frac{1 - \frac{\mathfrak{A}_v}{\mathfrak{A}_0}}{1 - \frac{Q_r}{Q_0}}.$$

Setzt man

$$\frac{\mathfrak{A}_v}{\mathfrak{A}_0} = \lambda, \quad \frac{Q_r}{Q_0} = \omega,$$

so wird

$$\eta = \eta_0 \frac{1 - \lambda}{1 - \omega} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7a$$

wobei

$$\lambda = \frac{i - i_k}{i_0 - i_k} \cdot \frac{q - q_k}{i - q_k} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10$$

$$\omega = \frac{q - q_k}{i_0 - q_k} \quad \ldots\ldots \quad (11$$

Setzt man endlich

$$\delta = \frac{\lambda}{\omega} = \frac{i - i_k}{i - q_k} \cdot \frac{i_0 - q_k}{i_0 - i_k} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12$$

so erhält man

$$\boxed{\eta = \eta_0 \frac{1 - \delta\,\omega}{1 - \omega}} \quad \ldots\ldots \quad (7b$$

So lange ω nicht Null wird, ist $\eta > \eta_0$, wenn $\delta < 1$ ist; nun kan δ gemäß Gl. (12) als das Verhältnis zweier Wirkungsgrade da gestellt werden, nämlich

$$\boxed{\delta = \frac{\eta_0'}{\eta_0}} \quad \ldots\ldots \quad (12a$$

Dabei ist $\eta_0 = \dfrac{i_0 - i_k}{i_0 - q_k}$ nach Gl. (3) der Wirkungsgrad des Clausiu Rankine-Prozesses zwischen T_0 und T_k, während

$$\eta_0' = \frac{i - i_k}{i - q_k}$$

den Wirkungsgrad eines Clausius-Rankine-Prozesses zwischen und T_k bedeutet, wobei jedoch zu beachten ist, daß für diese zweiten Vorgang der Anfangszustand des Dampfes nicht meh trocken gesättigt ist, vielmehr dem Punkte c in Abb. 3 entsprich Setzt man für dessen Wärmeinhalt $i = i_0 - \varDelta i$, so wird

$$\eta_0' = \frac{i_0 - i_k - \varDelta i}{i_0 - q_k - \varDelta i}$$

und, da $\varDelta i$ dem ausgenützten Wärmegefälle zwischen p_0 und entspricht, so muß $\eta_0' < \eta_0$ sein. Aus (7b) erhellt nun ohn weiteres, daß $\eta > \eta_0$ ist, d. h., daß durch die Anzapf dampf-Vorwärmung schon bei einer einzige Entnahmestelle ein Gewinn erzielt wird.

Der Ausnahmefall $\omega = 0$ ist praktisch belanglos, weil ge mäß (11) hierfür $q = q_k$ sein muß, was nur dann der Fall sei kann, wenn $p = p_k$ gesetzt wird. An der Hand von Zahlenbei spielen läßt sich leicht zeigen, daß die eine Anzapfstelle zweck mäßig so anzuordnen ist, daß $i_0 - i = \frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}\,(i_0 - i_k)$ wir Dabei ist $\eta \simeq 1{,}052\,\eta_0$.

Abb. 4 ist der Plan einer Dampfturbinenanlage mit zwe Anzapfstellen, wobei das Kondensat entsprechend den an den An zapfstellen herrschenden Drücken stufenweise auf höheren Druc gebracht wird. Die Turbine wird hierbei gewissermaßen in dre Arbeitsteile zerlegt, in denen die Dampfmengen G_0, G_1 und G arbeiten; dabei ist $G_1 = G_0 - \varDelta G_1$ und $G_2 = G_1 - \varDelta G_2 = G_0 - \varDelta G_1 - \varDelta G_2$, und $G_2 = G_k$ die im Kondensator niederzuschla gende Dampfmenge. Für die Arbeit gilt

$$\mathfrak{A} = G_0 (i_0 - i_1) + G_1 (i_1 - i_2) + G_2 (i_2 - i_k) \quad \ldots \quad (13$$

wenn i_1 und i_2 die Wärmeinhalte des Dampfes an den beiden Ent nahmestellen, q_1 und q_2 die entsprechenden Flüssigkeitswärme

beuten. Für den Wärmeaustausch im ersten und im zweiten Vorwärmer gilt

$$\Delta G_1 (i_1 - q_1) = G_1 (q_1 - q_2) \quad \ldots \ldots \ldots (14),$$

$$\Delta G_2 (i_2 - q_2) = G_2 (q_2 - q_k) \quad \ldots \ldots \ldots (15).$$

Aus (14) und (15) ergibt sich, indem man ΔG_1 und ΔG_2 eliminiert,

$$G_1 = G_0 \frac{i_1 - q_1}{i_1 - q_2} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (14a)$$

und

$$G_2 = G_1 \frac{i_2 - q_2}{i_2 - q_k} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (15a).$$

Damit erhält man aus (13)

$$\mathfrak{A} = G_0 \Big[(i_0 - i_1) + (i_1 - i_2) \left(\frac{i_1 - q_1}{i_1 - q_2}\right) + (i_2 - i_k) \left(\frac{i_1 - q_1}{i_1 - q_2}\right) \left(\frac{i_2 - q_2}{i_2 - q_k}\right) \Big] \quad \ldots (13a).$$

Der erforderliche Wärmeaufwand beträgt

$$Q = G_0 (i_0 - q_1) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (16).$$

Diese Werte, in Gl. (7) eingeführt, ergeben den thermischen Wirkungsgrad. Auf Grund von (13a) kann man ohne weiteres die Formel für mehrere Anzapfstellen aufschreiben, da ihr Bildungsgesetz sofort erkennbar ist. So lautet sie z. B. für drei Anzapfstellen

$$\mathfrak{A} = G_0 \left\{ \begin{aligned} &(i_0 - i_1) + (i_1 - i_2) \left(\frac{i_1 - q_1}{i_1 - q_2}\right) \\ &+ (i_2 - i_3) \left(\frac{i_1 - q_1}{i_1 - q_2}\right) \left(\frac{i_2 - q_2}{i_2 - q_3}\right) \\ &+ (i_3 - i_k) \left(\frac{i_1 - q_1}{i_1 - q_2}\right) \left(\frac{i_2 - q_2}{i_2 - q_3}\right) \left(\frac{i_3 - q_3}{i_3 - q_k}\right) \end{aligned} \right\} \ldots (13b).$$

Die Anordnung nach Abb. 4 hat den Nachteil, daß sie eine größere Zahl von Pumpen erfordert, die sich praktisch schwer erbauen lassen, weil die Drücke p_1, p_2, . . . an den Anzapfstellen nicht unveränderlich sind, vielmehr von der Belastung der Turbine abhängen. Aus diesem Grund ist die Anordnung gemäß Abb. 5 vorzuziehen, bei der das Kondensat mittels einer einzigen Pumpe gleich auf Kesseldruck gebracht wird. Der Anzapfdampf der ersten Entnahmestelle wird im ersten Vorwärmer niedergeschlagen und danach zweckmäßig durch den zweiten Vorwärmer geleitet, worin er seine Flüssigkeitswärme weiter abgibt, bevor er mit dem Kondensat aus dem Hauptkondensator vermischt wird. Während bei der Anordnung nach Abb. 4 grundsätzlich Oberflächen- oder Mischvorwärmer in Frage kommen können, sind bei der Anordnung nach Abb. 5 nur Oberflächenvorwärmer denkbar, da hierbei auf der Dampf- und auf der Wasserseite verschiedene Drücke herrschen.

Es läßt sich in einfacher Weise zeigen, daß die Anordnung nach Abb. 5 derjenigen nach Abb. 4 **gleichwertig** ist, wenn es gelingt, im Vorwärmer den Anzapfdampf nicht nur niederzuschlagen, sondern auch auf die Temperatur des eintretenden Kondensates, das als Kühlwasser wirkt, abzukühlen, was durch Anwendung des vollkommenen Gegenstromvorganges theoretisch möglich ist. Statt Gl. (14) und (15) bestehen dann die Gleichungen

$$\Delta G_1 (i_1 - q_2) = G_0 (q_1 - q_2) \quad \ldots \ldots \ldots (17)$$

$$\Delta G_2 (i_2 - q_k) + \Delta G_1 (q_2 - q_k) = G_0 (q_2 - q_k) \quad \ldots (18).$$

Eine einfache Umrechnung unter Einführung von (17) und (18) in (13) führt auch in diesem Fall zur Gleichung (13a), wodurch die Gleichwertigkeit bewiesen wird. Praktisch läßt sich die Abkühlung kaum vollkommen durchführen, so daß die Anordnung nach Abb. 5 wirtschaftlich hinter der nach Abb. 4 etwas zurückbleibt. Anordnungen, wo der in den einzelnen Vorwärmern kondensierte Anzapfdampf unmittelbar in eine Sammelleitung geführt wird, sind wärmetechnisch ungünstiger.

Die bisher aufgestellten Gleichungen gelten sowohl dann, wenn die Expansion des Dampfes im gesättigten Gebiet verläuft, als auch dann, wenn die Expansion ganz oder zum Teil im überhitzten Gebiet stattfindet. Ebenso treffen sie auch für die wirkliche Expansion zu, wenn man für i_1, i_2, . . . i_k die wirklichen Wärmeinhalte einführt. Dagegen läßt sich auf Grund der entwickelten Beziehungen bei mehreren Anzapfstellen ohne Zahlenbeispiele nicht übersehen, wie groß der Vorteil der Anzapfdampfvorwärmung ist.

Es ist daher wertvoll, den **Grenzfall der Anzapfdampf-Vorwärmung** zu betrachten, wenn nämlich unendlich viele Anzapfstellen vorhanden sind. Zu diesem Zweck sei angenommen, daß der Dampf zu Beginn der Expansion trocken gesättigt sei und daß die Expansion in der Turbine widerstandsfrei verlaufe. Rücken die Entnahmestellen unendlich nahe aneinander, so kann, vergl. Abb. 6, die Arbeit für den ersten Turbinenteil wie folgt geschrieben werden:

$$\delta \mathfrak{A}_1 = G_0 \left(s_1 - \frac{\delta s_1}{2}\right) \delta T_1 \quad \ldots \ldots \ldots (19).$$

Es ist nämlich δA_1 die Rechteckfläche *ebcd* vermindert um die Fläche *ade*, die bei der Kleinheit der Höhe ($= \delta T_1$) als Dreieckfläche aufgefaßt werden kann. Nun gelten auch hier, wie leicht

Kessel p_0 Turbine p_0 $G_0 (i_0)$ G_1 $G_2 \cdot G_k$ ΔG_1 (i_1, q_1, p_1) ΔG_2 (i_2, q_2, p_2) $G_k (i_k, q_k, p_k)$ 1. Vorwärmer 2. Vorwärmer Kondensator Pumpe p_0 p_1 p_2 p_k RZ612

Abb. 5. Dampfturbinenanlage mit zwei Anzapfdampf-Vorwärmern und einer Pumpe.

einzusehen, die Gleichungen (14a) und (15a), und man kann im Hinblick auf Abb. 6 statt (14a) schreiben:

$$G_1 = G_0 \frac{i_1 - q_1}{i_1 - q_2} = G_0 \frac{s_1}{s_2} \quad \ldots \ldots \ldots (20),$$

da $\quad i_1 - q_1 =$ Fläche *ndcm*,

$\quad i_1 - q_2 =$ Fläche *ogdcm*

oder, da der Unterschied unendlich klein ist, $=$ Fläche *ohcm*.

Da nun Fläche $ndcm = T_1 s_1$ und Fläche $ohcm = T_1 s_2$ ist, so besteht Gl. (20) zu Recht.

Die Arbeit im 2. Turbinenteil beträgt

$$\delta \mathfrak{A}_2 = G_1 \left(s_2 - \frac{\delta s_2}{2}\right) \delta T_2 = G_0 \frac{s_1}{s_2} \left(s_2 - \frac{\delta s_2}{2}\right) \delta T_2 \ldots (19a).$$

Im 3. Turbinenteil arbeitet die Dampfmenge

$$G_2 = G_1 \frac{s_2}{s_3} = G_0 \frac{s_1}{s_3} \quad \ldots \ldots \ldots (20a).$$

und die Arbeit beträgt

$$\delta \mathfrak{A}_3 = G_2 \left(s_3 - \frac{\delta s_3}{2}\right) \delta T_3 = G_0 \frac{s_1}{s_3} \left(s_3 - \frac{\delta s_3}{2}\right) \delta T_3 \ldots (19b).$$

Abb. 6. Regenerativverfahren im Wärmediagramm für unendlich viele Anzapfstellen.

Für die gesamte Arbeit erhält man daher:

$$\mathfrak{A} = \delta \mathfrak{A}_1 + \delta \mathfrak{A}_2 + \delta \mathfrak{A}_3 + \cdots = G_0 \left[\left(s_1 - \frac{\delta s_1}{2}\right) \delta T_1 + \left(s_2 - \frac{\delta s_2}{2}\right) \frac{s_1}{s_2} \delta T_2 + \left(s_3 - \frac{\delta s_3}{2}\right) \frac{s_1}{s_3} \delta T_3 + \cdots \right] \quad . \; . \; (21).$$

Sind nun unendlich viele Stufen vorhanden, so sind die Größen δs_1, δs_2, δs_3, $\cdots$ und δT_1, δT_2, δT_3, $\cdots$ unendlich klein erster Ordnung. Die Produkte $\delta s_1 \cdot \delta T_1$, . . . sind also in der zweiten Ordnung unendlich klein und können vernachlässigt werden. Man kann somit statt (21) schreiben:

$$\mathfrak{A} = G_0 s_1 [\delta T_1 + \delta T_2 + \delta T_3 + \cdots] = G_0 s_1 \Delta T \quad . \; . \quad (21a),$$

wobei ΔT dem ganzen Temperaturgefälle zwischen der Anfangstemperatur und der Temperatur im Abdampfstutzen entspricht. Schließlich kann man in (21a) s_0 an Stelle von s_1 setzen, da bei unendlich vielen Stufen der Unterschied $s_0 - s_1$ unendlich klein ist. Daher beträgt die Arbeit

$$\boxed{\mathfrak{A} = G_0 s_0 \Delta T} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (22).$$

Nun ist die zugeführte Wärme Q, weil das Kondensat bis auf die Kesseltemperatur vorgewärmt ist,

$$Q = G_0 (i_0 - q_0) = G_0 s_0 T_1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (23)$$

und man erhält für den Wirkungsgrad

$$\boxed{\eta = \frac{\Delta T}{T_1}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (24).$$

Dieser Ausdruck stimmt mit dem Wirkungsgrade des Carnot-Prozesses überein: Die Anzapfdampf-Vorwärmung mit unendlich vielen Anzapfstellen führt bei gesättigtem Anfangszustand des Dampfes zu einer Carnotisierung des Clausius-Rankine-Prozesses.

Dieses Ergebnis ist zwar einleuchtend, doch fehlte es bisher an einem einfachen und dabei thermodynamisch strengen Beweis[1]). Ist der Dampf zu Beginn der Expansion überhitzt, so entspricht im Idealfall der Anzapfdampf-Vorwärmung die zu… führte Wärme der Fläche *uabxz*, die Arbeit der Fläche *aab*…

Für praktische Zwecke kommen unendlich viele Anza… stellen natürlich nicht in Frage. Indessen läßt sich bereits … drei Anzapfstellen eine wesentliche Verbesserung des Wirkun… grades um 7 bis 8 vH erzielen, während eine größere Zahl v… Anzapfstellen nur noch geringen Gewinn bringt. Tatsächl… sind bei Anlagen, die neuerdings in England und in Amerika a… gestellt wurden, in der Regel drei, selten vier Anzapfstellen v… handen. So wurde für das North Tees-Kraftwerk eine Dam… kraftanlage für 20 000 kW bei einem Anfangsdruck von 32 at u… einer Temperatur von rd. 350 °C gebaut[2]). Die Turbine ist zw… gehäusig ausgeführt und mit einer Einrichtung für Zwisch… überhitzung zwischen den beiden Turbinengehäusen verseh… außerdem sind noch im ganzen drei Anzapfstellen für Spei… wasservorwärmung vorhanden. Der thermische Wirkungsg… der Anlage soll rechnungsmäßig 30,7 vH betragen.

Eine weitere Turbinenanlage für 50 000 kW, die derzeit … den Werkstätten von Parsons gebaut wird und in Chicago a… gestellt werden soll, besteht aus drei Turbinenteilen, wovon je… für sich einen Stromerzeuger antreibt. Dabei sind die Gehä… des Mitteldruck- und des Niederdruckteils durch ein kegelförmi… Zwischenstück miteinander verbunden, während die Welle get… ist, wobei der Mitteldruckteil mit 1800, der Niederdruckteil … 720 Uml./min läuft. Diese Bauart wird in Amerika als „two-sp… tandem type" bezeichnet. Die für sich getrennt angeordnete Ho… druckturbine hat ebenso wie die Mitteldruckturbine 1800 Uml./m… Auch diese Anlage ist mit Zwischenüberhitzung hinter dem Ho… druckteil und mit drei Anzapfstellen für Speisewasservorwärmu… ausgestattet.

Das vorstehend geschilderte Verfahren bietet den wese… lichen Vorteil, daß für eine bestimmte Leistung gegenüber … gewöhnlichen Arbeitsweise die Dampfmenge für die ersten Stu… (G_0) erhöht, für die letzten Stufen (G_k) dagegen vermind… wird. Beides ist dem Konstrukteur willkommen. Die größ… Dampfmenge im Hochdruckteil erhöht den Grad der Bea… schlagung oder die Schaufelhöhe. Die Verminderung der Dam… menge in den letzten Stufen ist noch vorteilhafter; denn sie bi… die Möglichkeit, entweder die Schaufelhöhen herabzusetzen o… die Auslaßgeschwindigkeit der letzten Stufe und damit den A… laßverlust zu vermindern, wodurch der Wirkungsgrad weiter v… bessert wird. Umgekehrt kann man bei gegebener Drehzahl u… Schaufelhöhe der letzten Stufen die erreichbare Leistung erhöh…

[B 612…

[1]) Vor allem kann man den Analogieschluß auf Grund eines gedachten Vorganges, bei dem der gesamten arbeitenden Dampfmenge während der Expansion eine der Flüssigkeitswärme entsprechende Wärmemenge entzogen wird, nicht als vollgültigen Beweis ansehen. Ein von Dowson („Engineering" Bd. 110 (1920) S. 593) gelieferter Nachweis stützt sich anderseits auf mehrere einschränkende Voraussetzungen.

[2]) „Engineering" Bd. 118 (1924) S. 57.

Elektrischer Antrieb von Gassaugern[1]).

Die Gassauger werden nach zwei grundsätzlich verschiedenen Bauarten hergestellt. Die nach dem Grundsatze des Kolbengebläses arbeitenden Flügelsauger haben verhältnismäßig geringe Drehzahl, die vor allem in den Grenzen zwischen 50 und 100 Uml./min verändert werden muß. Da die Leistungen ziemlich klein sind, verwendet man vorzugsweise einen Motor mit Zahnradvorgelege von 1 : 5 Übersetzung. Zu erstreben ist also eine wirtschaftliche Drehzahlregelung zwischen 250 und 500 Uml./min.

Beim Drehstrom-Asynchronmotor wird, wenn man mit halber Leistung arbeiten will, die andre Hälfte der Leistung im Widerstand in Wärme vernichtet. Eine verlustlose Regelung läßt sich, abgesehen von Kaskadenschaltungen, die erst bei vielen Hunderten von Pferdestärken wirtschaftlich sind, noch durch den sehr teuren Drehstrom-Kollektormotor erreichen. Dieser hat aber bei Vollast einen niedrigeren Wirkungsgrad und braucht infolge der Bürstenverstellung mehr Bedienung.

Anstelle dessen kann man einen Gleichstrommotor wählen, der bei jeder Drehzahl zwischen 240 und 480 Uml./min die gleiche Leistung abgeben kann. Hier wird die Drehzahl durch Nebenschlußregelung gesteigert, also praktisch verlustlos. Indessen ist namentlich im unteren Regelbereich bei Verwendung nur eines Vorgeleges die Drehzahl so gering, daß der auf der Ankerwelle sitzende Ventilator die zur Kühlung des eingekapselten Motors erforderliche Luftmenge nicht liefern kann. Man muß dann von einem besonderen kleinen Lüfter mit elektrischem Antrieb die Kühlluft durch den Motor hindurchdrücken lassen, wobei man durch eine einfache elektrische Verriegelung erreichen kann, daß der kleine Lüfter vor dem Anlassen des Saugermotors eingeschaltet wird. Gashaltige Luft wird daher schon entfernt, bevor der Saugermotor anläuft.

Der nach dem Grundsatz der Kreiselgebläse arbeitende Schleuderradsauger wird dagegen am besten von einem Drehstrom-Asynchronmotor angetrieben, da Gleichstrommotoren so hoher Drehzahl außerordentlich teuer werden, so daß man auf unmittelbaren Antrieb verzichten müßte. Bei geringem Regelbereich wird man die Gasmenge durch Drosselung und erst bei größerem Regelbereich durch Drehzahländerung regeln. Bei kleineren Leistungen kann man auch den Kurzschlußmotor verwenden. Auch die Drehzahlregelung mit… Widerstand ist in diesem Falle durchaus am Platze.

Aus den vorstehenden Gegenüberstellungen ergibt sich, daß die … des zur Verfügung stehenden elektrischen Stromes maßgebend für … Wahl des Gebläses ist. [N 751]

S…

[1]) Vergl. a. „Das Gas und Wasserfach" Bd. 67 (1924) Heft 36.

Dampferzeugung aus Müll.

Die bisherigen Erfahrungen mit den festländischen Müllkraftwer… haben durchweg gezeigt, daß die Wirtschaftlichkeit aller dieser … lagen sehr gering ist. Man setzt deshalb dem Müll hochwertige Bre… stoffe in geringen Mengen zu. Die Gefahr, daß hierbei diese Bre… stoffe nicht restlos ausgenutzt werden, läßt sich dadurch beseitig… daß man die Anlagen mit Kaskadenrost versieht. Auch sehr gr… Mischungen können auf ihm gut verbrannt werden. So haben n… einem Bericht im „Gesundheitsingenieur" Bd. 47 (1924) Heft 36 Versu… im Müllkraftwerk Schöneberg, den Heizwert des Mülls durch Zus… von Kohle von rd. 6000 kcal/h Heizwert zu erhöhen, günst… Ergebnisse gezeitigt. Durch die Mischung mit einem höherwerti… Brennstoff kann man den Betrieb des Müllkraftwerkes unabhängig v… den täglichen Schwankungen der Müllmenge und den jahreszeitlich… Schwankungen des Heizwertes machen. Da auch das Müll dabei … eine verhältnismäßig kleinstückige Schlacke umgewandelt wird, er… man einen zu Bauzwecken besonders geeigneten Grundstoff.

Der Mischungs- und Beschickungsvorgang ist sehr einfach. D… selbe Greifer, der das Müll aus einem Vorratsbehälter in die Fülltrich… des Kaskadenrostes bringt, beschickt auch von Zeit zu Zeit einen … sonderen Fülltrichter für Brennstoffe, aus dem der Brennstoff du… Zuteilvorrichtungen dem Müll im gewünschten Verhältnis beigemis… wird. Bei dem Entwurf eines Müllkraftwerkes muß noch besond… Rücksicht darauf genommen werden, daß ungefähr die Hälfte des M… gewichtes an Verbrennungsrückständen übrig bleibt, die man mit mec… nischen Hilfsmitteln entfernen muß.

Nach den Ergebnissen von Versuchen mit einem Kaskadenr… Patent Martin[2]), von 8,6 m² Rostfläche kann man noch mit Brennsto… unter 3000 kcal/kg Leistungen erreichen, die denen andrer Feuerun… mit hochwertigen Brennstoffen um mehr als das Doppelte überl… sind. [N 752]

S…

[2]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 789.

Die Kraftpflüge auf der letzten Pariser Landmaschinenausstellung.

Von Prof. Dr.-Ing. Vormfelde, Bonn-Poppelsdorf.

Kurzer Überblick über die bemerkenswertesten Neuerungen der französischen Landmaschinenindustrie nach dem Stande der letzten Pariser Landmaschinenausstellung im Januar 1924, die vor allem die Entwicklung der Kraftpflüge betreffen. Die in verschiedenen Ausführungen vertretenen Trecker mit Sauggasbetrieb werden beschrieben und mit den deutschen Ausführungen in Vergleich gestellt; ihre Verwendbarkeit für verschiedene Treckergrößen wird gestreift. Die ausgestellten Bauarten von Ein- und Zweimaschinenpflügen mit feststehender Kraftmaschine sowie die Pfluggeräte werden einer kurzen Kritik unterzogen.

Januar 1924 hat in Paris die dritte Landmaschinenausstellung stattgefunden[1]), und es dürfte von Interesse sein, die ort gezeigten wesentlichen technischen Neuerungen wieder[2]) isch zu besprechen.

Sauggastrecker.

Den bemerkenswertesten Teil der Ausstellung bildeten die orpflüge mit aufgebauten Sauggaserzeu- en. Der Gedanke, Sauggasanlagen auf fahrbaren Kraft- hinen, vor allem auf Treckern[3]) für landwirtschaftliche ke, anzubringen, ist nicht neu; so wurde z. B. schon 1914 der Ausstellung der Deutschen Landwirtschaft-Gesellschaft annover eine solche Anlage von den Kgl. Ungarischen Staats- bahnen, Budapest, gezeigt. Während des Krieges machten die Engländer einschlägige Versuche, nach dem Kriege e besonders in Frankreich in dieser Richtung weiter ge- tet, und zwar zeigten hier das Landwirtschafts- und das sministerium besonderes Interesse für solche Machinen, die Holzkohlen arbeiten (gaz des forêts), indem darauf hin- sen wurde, daß schätzungsweise jährlich mehr als 2½ Mil- n t Holz in den Wäldern Frankreichs unnütz verkom- die etwa ½ Mill. t Holzkohlen hergeben könnten. Die ierigkeiten, solche Hölzer und Abfälle zu verkohlen und in gaserzeugern auszunutzen, sind natürlich groß; aber da waldreiche Länder ein starkes Interesse an dieser Frage , ist dieser Aufgabe viel Arbeit gewidmet worden; tatsäch- sind die Fortschritte auf diesem Gebiet schon bedeutend. in Deutschland haben sich zwei Firmen bei der Lösung r Frage hervorgetan: Niebaum & Gutenberg in Her- deren „Autonug" schon vielfach in Lastkraftwagen ein- t ist, und die Firma Julius Pintsch A.-G. in Berlin, „Ipagnom" z. B. im Mai d. J. zwei 5 t-Lastkraftwagen ndfrei von Berlin zur Hamburger DLG-Ausstellung und k brachte. Ferner ist zurzeit die Firma Stock Motor- g A.-G., Berlin, damit beschäftigt, einen 60 PS-Ipagnom, die tro-Fiat Werke, Wien, einen 40 PS-Ipagnom in ihre orpflüge einzubauen.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung von Sauggastreckern wird ne weiteres klar sein. Die Unabhängigkeit von Benzol, in und Rohöl ist oft nicht hoch genug einzuschätzen, und ich daran denke, wie vor zehn Jahren in Hannover die rische selbstfahrende Sauggaslokomobile abfällig beurteilt allgemein abgelehnt wurde, und wie sich trotzdem diese bis heute hartnäckig erhalten und sogar schon mit recht digenden Ergebnissen weiter entwickelt hat, so scheint es angebracht zu sein, die Entwicklung der Sauggastrecker und berwindung der Schwierigkeiten, die sich hierbei heraus- n, zu verfolgen.

Die Frage der Gewinnung von Holzkohle aus dem bis- ngenutzten Abfallholz der Wälder ist schon vom rein chaftlichen Standpunkt sehr schwierig; denn die Kosten des elns und des Zurechtschneidens allein würden heute den für Holzkohlen übersteigen, die aus gewerblichen Holz- hlungsanstalten abgegeben werden, in denen nur gutes Holz beitet wird. Wird die Holzverkohlung zum Vermindern der sportschwierigkeiten und -kosten im Walde selbst vor- mmen (Holzkohle hat nur etwa ⅕ des ursprünglichen Holz- chts), so wählen auch hier die Köhler nur gute, starke r aus. Jedoch sollen diese Fragen hier nicht erörtert en, sondern nur die technische Verwendungsmöglichkeit der kohle in Sauggastreckern, die schon manche Ingenieur- t erfordert hat und noch erfordern wird.

Die Trecker dürfen vor allem durch die Sauggasanlage kein ohes Gewicht erhalten. Hinsichtlich dieser Forderung isen sich die starken Erschütterungen der Maschine als sehr vorteilhaft, da sie die Bildung von Hohlräumen in der glühenden Kohle vermeiden, also gegenüber feststehenden Anlagen eine bessere Vergasung gestatten und eine entsprechend höhere Beanspruchung der Anlage oder kleinere Abmessungen.

Eine andre, größere Schwierigkeit stellt sich der Benutzung von Sauggas entgegen, das ist die geringe Leistung bei schwankender Belastung, insbesondere von geringer auf höhere, wie das bei Treckern häufig vorkommt. Ist das Feuer allmählich schwächer geworden, und wird jetzt plötzlich wieder eine größere Leistung verlangt, so gibt das schon im normalen Zustande nicht sehr hochwertige Gas (1000 bis 1300 kcal/m³ bei einem Mischverhältnis von Luft zu Gas von etwa 1 : 1) noch weniger her, so daß ein fortwährendes Schalten der Gänge notwendig wäre; außerdem tritt ein starkes Verschmutzen ein. Eine normale Sauggasanlage in der bisher üblichen Ausführung verlangt eben möglichst gleichmäßige Belastung. Aber auch diesem Übelstand ist heute mit Erfolg entgegengetreten, von unsern deutschen Firmen z. B. in der Weise,

RZ504Z1

Abb. 1. Sauggasanlage „Vierzon" auf einem amerikanischen Trecker.

daß der Gaserzeuger stets gleichmäßig belastet wird, auch bei Leerlauf, die geringere Leistung wird dann durch mehr oder weniger große Luftzugabe erzielt; oder man saugt mittels eines Flügelrades stets die gleiche Luft durch den Gaserzeuger, läßt aber bei geringer Belastung nur einen kleinen Teil davon im Zylinder verbrennen, während der andre Teil unbenutzt entweicht, was bei den geringen Brennstoffkosten wohl zulässig ist.

Große Schwierigkeiten macht ferner die Reinigung des Gases, ein sehr wichtiger Punkt, da ein Ansaugen von Schmutz und Staub die Zylinder in kurzer Zeit unbrauchbar machen würde. Auf verschiedene Art und Weise hat man diese Reinigung zu verbessern versucht und hierbei schon recht befriedigende Ergebnisse erreicht, indem bei den in Frankreich vorgenommenen Analysen der im Gas enthaltene Staub nur noch 0,172 bis 0,066 g/m³ betrug. Die Franzosen benutzen durchweg mit einer Ausnahme die Naßreinigung, während unsre deutschen Fabrikanten mit Trockenreinigung arbeiten.

Eine weitere Aufgabe bei der Konstruktion von Sauggastreckern stellt die gute Kühlung, die meistens im Zusammenhang mit der Reinigung ausgeführt wird.

Ich werde mich im folgenden an Hand des Ausstellungsberichtes auf eine kurze Wiedergabe der verschiedenen französischen Lösungen der Gasreinigungsfrage als der wichtigsten beschränken. Eine genauere Beschreibung ist in einer Broschüre enthalten, die vom französischen Landwirtschaftsministerium herausgegeben ist[4]). In Paris waren folgende Bauarten vertreten:

1) „Vierzon" (Société franc. de Matériel agr. et ind.). Die Sauggasanlage ist auf einem amerikanischen Trecker „Amanco" (Hart-Parr) aufgebaut, Abb. 1.
2) „ETIA" (Delhaye & Mahieu), angebracht auf einem Raupentrecker Renault, Abb. 2.

---

[1]) Coupon, Les expositions agricoles d'hiver (Paris 1924), „Le Génie Civ Bd. 84 (1924) Nr. 15 und 16.

[2]) Vergl. a. Z. Bd. 66 (1922) S. 653.

[3]) Zu der Frage, ob die Bezeichnung Schlepper oder Trecker vorzuziehen ist vor einiger Zeit in der Norddeutschen landwirtschaftlichen Zeitung r eine kurze Notiz veröffentlicht worden, die das Wort „Trecker" als lwort ableitet. In dieser Bezeichnung liegt nun zwar eine klangliche hkeit mit dem englischen „tractor", sie ist aber vom niederdeutschen en" (= ziehen) abgeleitet, also durchaus kein Fremdwort und ist zudem zeichnung wesentlich treffender als „Schlepper"; denn man spricht auch vom Schleppen, sondern vom Ziehen eines Pfluges.

[4]) Compte rendu des travaux du Comité central de culture mécanique, Paris 1923, Librairie agricole.

Abb. 2. Sauggasanlage „ETIA“ auf Renault-Trecker.

Abb. 3. Sauggasanlage „Lion“ auf Trecker „Mistral“.

3) „Lion“ (Hermitte), aufgebaut auf je einem leichten Trecker „Mistral“ und „Austin“, Abb. 3 und 4.
4) „Autogaz“ (Barbier), auf einer „Scemia“-Maschine[1]), Abb. 5.
5) Zum Schluß war noch der Gaserzeuger „Renault“ in Paris ausgestellt; dieser hat aber an den später erwähnten Versuchen in Essonnes nicht teilgenommen.

Die Gasanlage Vierzon, Abb. 1, ist der einzige französische Gaserzeuger, bei dem das Gas auf trockenem Wege gereinigt und gekühlt wird. Er ist auch der einzige, der mit einem Gemisch von Holzkohle und trockenem Holz arbeitet. Die Schwierigkeiten bei Verwendung von gewöhnlichem Holz anstatt von nur Holzkohlen sind natürlich wesentlich größer, weil Holz 3 bis 4 vH Teerprodukte enthält. Bei den mir bekannten Versuchen in Deutschland mit einfachen Gaserzeugern war die Leistung im Anfang sehr gut, ließ aber bald nach; nach mehrstündigem Betriebe trat oft völliges Verteeren der Maschine ein. Wesentlich bessere Ergebnisse erzielte man allerdings schon durch Verwendung von Doppelgaserzeugern, mit je einem Feuer oben und unten und Gasabsaugung in der Mitte. Das Holz wird nur von oben zugeführt, ebenso die Luft, so daß der meiste Teer verbrennt und sich in permanentes Gas verwandelt, aber auch diese Lösungen haben noch nicht ganz befriedigt. In welcher Weise beim Gaserzeuger Vierzon diese Frage gelöst wird, ist mir nicht bekannt.

Zur Reinigung und Kühlung wird das Gas bei Vierzon auf einfache Weise durch zwei Rohrbündel geführt, die in der Mitte durch einen größeren Behälter getrennt sind, damit die Gasgeschwindigkeit möglichst gering wird. Zum Schluß streicht das Gas durch einen Filter aus metallischen Abfällen. Beim Ofen fehlt die Verdampferschale, da das Holz auch in getrocknetem Zustande noch genügend Feuchtigkeit enthält.

Der Reiniger der Gasanlage ETIA, Abb. 2, ist verwickelter. Das Gas kommt in den Entstauber, ein großes Rohr mit doppeltem Mantel von wachsendem Querschnitt, damit die Staubkörner sich absetzen können. Es streicht dann zwecks Abkühlung um ein Rohrbündel, das im Innern die angesaugte Luft führt, und sprudelt zum Schluß noch durch einen Wa reiniger, worauf es seine Feuchtigkeit an kleine Kieselsteine zwischen zwei Sieben liegen, wieder abgibt.

Bei der Bauart Autogaz, Abb. 5, wird doppelt gerei zuerst in Wasser, dann in Schmieröl oder Petroleum. Das gleitet an mit Öl befeuchteten Wänden entlang, gibt sodan einem Gefäß mit wirr durcheinander liegenden alten Fe das mitgerissene Öl und einen Teil seiner Wärme ab und streicht zur weiteren Kühlung eine ziemlich lange Rohrschla

Noch gründlicher wird die Reinigung bei dem erzeuger Renault vorgenommen. Das Gas geht nach Austritt aus dem Ofen durch ein zylindrisches, mit E spänen gefülltes Gefäß und gelangt nach langen Umwegen gekühlt in einen Ölskrubber, der zum besseren Verteilen Öles mit Schraubenfedern angefüllt ist. Darnach gelangt einen Schleuderreiniger, dessen Umlaufkörper mit sehr gr Geschwindigkeit läuft und hierbei das Gas gegen eine stä feucht gehaltene Wand (2 bis 3 l/h Wasserverbrauch) sc dert. Zum Schluß wird das Gas durch einen Haarfilter einen Wasserabscheider getrocknet.

Das gesamte Gewicht der Gaserzeuger beträgt ung 300 bis 500 kg bei den verschiedenen Bauarten. Dieses wicht würde für Trecker nach Art des Hansa-Lloyd, die bis 6000 kg wiegen, nicht so sehr von Bedeutung sein. meiner persönlichen Ansicht aber werden die schweren M pflüge immer mehr verschwinden und durch die kleineren Tr mit einem Gewicht von etwa 1500 kg ersetzt werden, in Ar Fordson-Treckers und des in Hamburg zum ersten Mal zeigten WD-Treckers der Hanomag, oder des kleinen „J stocks“ der Firma Stock Motorpflug A.-G. Berlin. Beweglichkeit und vielseitige Verwendbarkeit sind für Güter von weniger als etwa 150 ha an die erste Stell setzen, diese Art Güter sind aber weitaus in der Mehr außerdem werden sich manche größere Güter zwei kleine Tr anschaffen, so daß also der kleinere Trecker in bede größerer Anzahl und daher billiger gebaut werden als der große. Die Ackergeräte sind der Maschinengröße zupassen, nicht umgekehrt. Natürlich wird bei einer lei Maschine ein Zusatzgewicht von 300 kg oder mehr sich störender bemerkbar machen, so daß m. E. die Sauggaserz

[1]) s. a. „Technik in der Landwirtschaft“ Bd. 3 (1922) Heft 10.

Abb. 4. Sauggasanlage „Lion“ auf Trecker „Austin“.

Abb. 5. Sauggasanlage „Autogaz“ auf Trecker „Scemia“.

bei schweren Pflügen, bei Lastkraftwagen und sonstigen ren Zugmaschinen Eingang finden können.

Die meisten Motoren werden mit Benzin angelassen, was viel länger als eine Minute dauert. Die dadurch entstehen- ehrkosten spielen keine Rolle, dagegen hat man den großen , daß bei plötzlich zu überwindenden größeren Widerstän- enzin hinzugegeben werden kann; denn die Leistung des- Motors ist bei Benzinbetrieb entsprechend dem Heizwert emisches höher als bei Verwendung von Generatorgas.

Die mit dem Sauggaserzeuger Lion, Abb. 3 und 4, ausge- n Sauggasschlepper werden mit dem Gas selbst ange- , doch gehört dazu eine außerordentliche Geschicklichkeit dienung. Es ist schon besser, mit Benzin anzulassen und, nötig, so lange für Verminderung der Verdichtung zu . Noch besser eignet sich Benzol zum Anlassen bei Gas- ermaschinen.

Bei der Bauart Autogaz fehlt zum erstenmal in Frank- der bisher für unumgänglich notwendig gehaltene Anheiz- tor. Der mit Benzin angelassene Motor saugt einen Teil Luft durch den Gaserzeuger. Der Maschinist hat also tig, einen hierfür eingebauten Zwischenhahn zu bedienen, natürlich bequemer ist, als das Drehen des Ventilators. nheizzeit beträgt etwa 15 bis 25 min und der Benzinver- fällt dementsprechend schon ins Gewicht. Zeit und Ben- nnen aber günstiger ausgenützt werden, wenn der Trecker nd der Anheizzeit schon nutzbringende Arbeit verrichtet, der Tat sollen die nächsten Scemia-Trecker so ausgebaut , daß man sofort mit der Pflugarbeit beginnen kann und twa 25 min auf Sauggas umschaltet.

m Jahre 1923 haben mit sämtlichen beschriebenen Sauggas- n, mit Ausnahme der Bauart Renault, Versuche in nes stattgefunden; alle Sauggastrecker haben zur Zufrieden- arbeitet, nur ein Punkt scheint noch nicht genügend ge- u sein, nämlich wie groß der Gaserzeuger gewählt werden n Verhältnis zum Zylinderinhalt der Maschine. Die Ver- ergaben, daß bei den mit rund 30 PS-Motoren ausgerüsteten rn bei Vierzon 9 PS für reine Pflugarbeit übrig blieben, T I A 13,7, während die eigentliche Nutzarbeit bei Lion auf 6,2 PS herunterging. Mit andern Worten, es sind nicht genügend Erfahrungen für die zweckmäßigsten Grö- messungen der Gaserzeuger gesammelt. Es soll daher von Wiedergabe der erhaltenen Versuchsergebnisse abgesehen , weil diese wohl schon in allernächster Zeit durch andere lt werden.

Nur auf die großen Unterschiede in der Zugkraft sei hier hingewiesen, die z. B. bei Vierzon 1200 kg Höchst- und Mittelwert, bei E T I A 2800 bzw. 1384 kg betrugen. Der wert an Zugkraft kann dann vielleicht im ersten Falle 500 kg betragen haben, im zweiten rechnerisch noch weni- . Es ist natürlich, daß es bei dieser ungleichmäßigen Be- mit der Betriebsicherheit einer gewöhnlichen Sauggas- , vorbei wäre. Demnach müssen auch die Franzosen ähn-

Abb. 6 und 7. Drehpflug nach Bajac.

Abb. 8. Neuer Stock-Drehpflug.

liche Einrichtungen geschaffen haben, wie die oben erwähnten der deutschen Bauarten Autonug und Ipagnom. Auf dem Versuchstande vorgenommene Versuche ergaben bei im Jahre 1922 geprüften Maschinen 2,77 at mittleren wirksamen Kolbendruck, 1923 3,54 at, ja es wurden mittlere Drücke bis 4,5 at erreicht, also schon ganz annehmbare Zahlen, und wenn erst einmal die Maschinen für die besonders für Sauggas geeigneten Verdichtungen gebaut sein werden, dürfte sich das noch verbessern.

Pflüge.

Von den übrigen Teilen der in Paris ausgestellten Maschinen und Geräte seien nur die wesentlichen Neuerungen hervorgehoben. Es ist interessant zu sehen, daß genau wie im Rheinland auch in Frankreich sich sogenannte Beetpflüge[1]) nicht einführen, obwohl die Amerikaner die verschiedensten Ausführungen mit ihren Treckern herübergebracht haben. Wie bekannt, sind in Frankreich nicht einseitig wendende Pflüge gebräuchlich, sondern wechselseitig wendende (culture à plat), die die Felder nur von einer Seite bearbeiten, also eine Furche unmittelbar an die andere legen. Im Rheinland ist dieselbe Arbeitsweise gebräuchlich, nur sind hier Kippflüge beliebt, während in Frankreich allgemein die Drehpflüge vorgezogen werden. (Der Name Kipp- oder Drehpflug ergibt sich aus dem Arbeitsvorgang, der am Schluß der Furche mit dem Gerät vorgenommen wird.) In welcher Weise die Franzosen ihre Drehpflüge ausgebildet haben, zeigen Abb. 6 und 7. Der hier wiedergegebene Pflug der Etablissements Bajac ist so ausgebildet, daß er am Ende der Furche durch einen Zug am Hebel aus dem Boden herausgeht, mit derselben Handhabung wird die Pflugachse um 180° gedreht und nach dem Umkehren der Pflug wieder in die Arbeitstellung gebracht.

Dieser Pflug braucht aber ein sehr großes Vorgewende. Während dieses beim Kippflug klein gehalten werden kann, muß es beim angehängten Drehpflug sehr groß werden. Wesentlich verkleinern läßt es sich, wenn der Drehpflug an einem Tragpflug angebracht ist, wie das die Firma Stock mit ihrem auf der Kölner Messe und später in Hamburg ausgestellten Drehpflug (Wendepflug), Abb. 8, gezeigt hat.

Die elektrischen Pflüge waren auf der Pariser Ausstellung nur mit einem einzigen Pflugsatz vertreten, und zwar von der Société générale agricole, die stets nach dem System Fowler mit zwei Maschinen gearbeitet hat. Bei Dampfpflügen hat bekanntlich das Zweimaschinensystem jedes andre verdrängt, dagegen kam, als die Elektrotechnik sich auch an das Problem des Pflügens heranmachte, das sogenannte „round about" oder Howard-System wieder in Aufnahme. Das Zweimaschinensystem läßt sich auch elektrisch ohne weiteres durchführen, aber um von einem Feld zum andern zu gelangen, haben die Elektromotiven Vorspanne nötig, oder sie sind, allein für diesen Zweck, mit einem Verbrennungsmotor ausgerüstet. Ferner erfordert diese Anordnung zwei elektrische Zuleitungen und zwei Transformatoren, so daß die Anschaffungskosten der Anlage außerordentlich hoch werden. Aus diesem Grunde wurde bisher meistens der Einmaschinenpflug nach Howard vorgezogen, wo die Elektromotive mit doppelt wirkender Winde ausgerüstet ist. Auf dieser sind zwei Kabel befestigt, die das ganze Feld umfassen und über feste Rollen und bewegliche Anker zu den Kippflügen gelangen. Man braucht hierdurch zwar nur eine Zuleitung und einen Transformator, aber die Verankerungen haben den großen Nachteil, daß sie keinen unbedingt festen Halt bieten,

[1]) s. Z. Bd. 66 (1922) S. 654.

ist es doch mehrfach vorgekommen, daß diese Anker ausgerissen sind.

Die Société générale agricole hat daher die Fowleranordnung beibehalten, um aber auch mit einer Hochspannungsleitung und einem Transformator auszukommen, transformiert sie die hohe Spannung von z. B. 15 000 V durch einen besonderen Transformator auf die höchste für Motoren unmittelbar verwendbare Spannung, also etwa auf 5000 V herunter. Diesen immerhin noch hochgespannten Strom leitet sie durch bewegliche Kabel vom Transformator aus weite Strecken fort. Die Lokomotiven sind hierfür mit besonders großer Aufwickeltrommel versehen, die 1000 m Kabel aufnehmen können. Diese Kabel bilden natürlich eine ständige Gefahr; denn schon die viel kürzeren Kabelenden, die bei elektrischem Dreschbetrieb Verwendung finden, haben zu vielen Unfällen geführt und besonders in Deutschland zu ausführlichen Sicherheitsvorschriften Veranlassung gegeben. Diese Lösung ist daher mit großer Vorsicht aufzunehmen.

Die Motoren laufen asynchron mit 5000 V und leisten 125 PS dauernd, 150 für einige Minuten und 200 für einige Sekunden. Ein Getriebekasten ist der Pflugseiltrommel vorgeschaltet. Mit diesen starken Maschinen lassen sich bis zu 20 ha täglich schälen, 5 bis 10 ha auf 0,25 bis 0,30 m tief pflügen und weiter 10 cm durch Untergrundschar lockern.

Bei dieser Gelegenheit sei noch die technisch interessante Konstruktion „Joya" der Etablissements Agriculturals" erwähnt. Die Maschinenanlage mit einem 6- bis 7pferdigen Verbrennungsmotor und doppelt wirkender Trommel arbeitet nach der „Rund-Herum"-Anordnung, steht also fest; zwei Kabel wird in der vorhin erwähnten Weise das Acke hin und hergezogen. Nur ist bei „Joya" durch besondere richtungen die Bedienung vom Ackergerät aus möglich. Führer hat also nur ab und zu den Motor zu ölen, Bren und Wasser zu beobachten, so daß das System genau so mit einzigen Mann arbeitet wie die Trecker. Es hat aber den teil, daß die Antriebmaschine beim Pflügen nicht über den bewegt zu werden braucht, wodurch also Brennstoff gespar die Maschine kleiner ausgeführt werden kann. Diesem V stehen natürlich die Nachteile des round-about-Systems g über, die ja genügsam bekannt sind und von denen hier nu Kabel und Anker erwähnt werden sollen.

Bei den übrigen Landmaschinen sind keine bemerken ten Fortschritte zu verzeichnen. Auch die Franzosen ber sich u. a., die Aufgabe der mechanischen Kartoffelernte zu aber nach dem ganzen Eindruck sind sie erst etwa d wir vor 5 bis 10 Jahren standen. Dasselbe läßt sich vor Rübenrodern sagen, während sie auf dem Gebiete der Masc für Weinbereitung viel Neues gebracht haben. So wurde anderm eine fahrbare Presse der Etablissements Simon gezeigt, die mit einem Druck von 60 t arbeitet.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß unter allen techn Neuerungen, die auf der Pariser Ausstellung vorgeführt w von unserer Seite die Versuche mit Sauggastreckern die Aufmerksamkeit verdienen, über die daher auch an dieser am ausführlichsten berichtet ist. [B

Die Welthandelsflotte im Juni 1924.

Die Ausgabe von Lloyd's Register Book für das Rechnungsjahr 1924/25 enthält bemerkenswerte statistische Zusammenstellungen über den heutigen Stand der Welthandelsflotte im Vergleich zu 1914, Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1. Raumgehalt der eisernen Dampf- und Motorschiffe von 100 B.-R.-T. an aufwärts.

	Juni 1914 B.-R.-T.	Juni 1924 B.-R.-T.	Unterschied B.-R.-T.	Unterschied vH
Amerika	1 837 000	11 823 000	+ 9 986 000	+ 545
Belgien	341 000	555 000	+ 214 000	+ 63
Dänemark	768 000	974 000	+ 206 000	+ 27
Deutschland	5 098 000	2 856 000	— 2 242 000	— 44
Englische Kolonien	1 407 000	2 213 000	+ 806 000	+ 57
Frankreich	1 918 000	3 193 000	+ 1 275 000	+ 67
Griechenland	820 000	751 000	— 69 000	— 8,4
Holland	1 471 000	2 533 000	+ 1 062 000	+ 72
Italien	1 428 000	2 676 000	+ 1 248 000	+ 87
Japan	1 642 000	3 655 000	+ 2 013 000	+ 123
Norwegen	1 923 000	2 326 000	+ 403 000	+ 21
Österreich-Ungarn	1 052 000	—	— 1 052 000	—
Schweden	992 000	1 146 000	+ 154 000	+ 15,5
Spanien	883 000	1 163 000	+ 280 000	+ 32
Andere Länder	2 057 000	2 749 000	+ 692 000	+ 34
Zusammen	23 637 000	38 613 000	+ 14 976 000	+ 63
Großbritannien und Irland	18 877 000	18 917 000	+ 40 000	+ 0,21
Bestand der Welthandelsflotte	42 514 000	57 530 000	+ 15 016 000	+ 35

Die größte Zunahme zeigten Amerika mit 545 vH und Japan mit 123 vH; es folgen Italien mit 87 vH, Holland mit 72, Frankreich mit 67, Belgien mit 63, Englische Kolonien mit 57 vH. Demgegenüber zeigen England so gut wie gar keine Zunahme und Deutschland eine Abnahme von noch immer 44 vH. Der Anteil Englands an der Welthandelsflotte ist von 44½ vH im Jahre 1914 auf 33 vH im Jahre 1924 herabgesunken.

Betrachtet man die Schiffe nach ihrem Alter, so sind in England 26,1 vH in den letzten fünf Jahren gebaut, in Norwegen 30,3 vH, in Amerika 30,4 vH, in Kanada 30,5 vH, in Frankreich 32,3 vH, in Dänemark 33,7 vH, in Holland 36,8 vH und in Deutschland 52 vH.

Einschließlich der Schiffe aus Holz, der Kompositschiffe und Segelschiffe hat die Welthandelsflotte jetzt einen Raumgehalt von rd. 64 Mill. B.-R.-T. gegen rd. 65 Mill. B.-R.-T. im vorigen Jahre. In allen Ländern mit Ausnahme von Deutschland und Japan hat der Raumgehalt der Handelsflotte im letzten Jahre abgenommen. In Japan, das natürlich auch unter der Krise im Welthandel gelitten hat, bessert sich die Lage nach neuen Nachrichten stetig. Man ist dort so weit, daß man sämtliche Schiffe bis zu erstklassigen Fahrzeugen im eigenen Lande bauen kann, eine Folge der japanischen Schiffbau-Subventionspolitik. Heute bevorzugt auch Japan den Motorschiffbau und sucht, im Dieselmotorbau vom Auslande unabhängig zu werden.

Mit Turbinen sind heute 1367 Schiffe von 8 795 584 B.-R.-T. Raumgehalt, mit Motoren 1950 Schiffe mit 1 975 798 B.-R.-T. Raumgehalt ausgerüstet.

Den Anteil der Motorschiffe am Raumgehalt der Welthande in den Jahren 1914 und 1924 zeigt die Zusammenstellung 2.

Zahlentafel 2.

Segelschiffe	8,06	
Motorschiffe	0,45	
Schiffe mit Ölfeuerung	2,65	2
Schiffe mit Kohlenfeuerung	88,84	6

[N

Ein neues amerikanisches, turboelektrisch angetriebenes Schlachtschiff.

Das Schlachtschiff „Colorado", das vor kurzem fertiggestellt hat turboelektrischen Antrieb mit Maschinen beachtenswerter und Ausführung. Zur Dampferzeugung dienen acht ölgefeuerte W rohrkessel von 19 at Betriebsdruck. Der Dampf wird in zwei turbodynamos von je 15 000 kW und drei Hilfsturbodynamos 300 kW verarbeitet. Unter dem Deck, auf dem die Turbod liegen, ist ein zweiter Maschinenraum angeordnet, in dem die K satoren und die zugehörigen Pumpen und sonstigen Hilfsma untergebracht sind. Man hat also durch die elektrische Übert neben den sonstigen Vorteilen die Möglichkeit geschaffen, die K satoren wie bei der bei stationären Anlagen üblichen Ausführung die Turbinen zu legen, eine Anordnung, die auf Schiffen weder mittelbarem noch bei Getriebeantrieb der Schraubenwellen mögl

Von den drei Hilfsdynamos, deren Strom für Hilfszwecke u Erregen der Hauptstromerzeuger benutzt wird, haben zwei K sationsbetrieb, während der dritte für Auspuffbetrieb eingerich Die Läufer der Hauptstromerzeuger, die vollkommen gekapselt si stehen aus geschmiedetem Stahl. Als Wicklungen ist blankes Flac verwendet, das in eine Isolierung aus Glimmer und Asbest eingebe

Die Stromerzeuger werden ebenso wie die Antriebmotoren elektrisch angetriebene Gebläse belüftet und gekühlt; zur Überw der Temperatur dienen elektrische Temperaturmeßgeräte. Um hindern, daß sich in den Stromerzeugern und Motoren währen Liegezeit des Schiffes Schwitzwasser bildet, erwärmt man die D mit Dampfrohren und die Antriebmotoren mit elektrischen Heizk

Die vier Hauptantriebmotoren, die je auf einer Propellerwelle können bei 185 Uml./min je 8375 PS_e leisten; sie sind als Indu motoren für 24 und 36 Pole gewickelt. Bei der Ausführung ist a betrieb besondere Rücksicht genommen.

Alle Kontrollgeräte, Schalt- und Manövriervorrichtungen s einem besonderen zwischen dem Dynamo- und dem Motorenraum den Raum vereinigt. Hierher werden die Kommandos von der gegeben, und von hier werden alle Manöver durch elektrische Über gen an die Maschine weitergegeben. Alle Schaltungen und so Hebelwerke sind untereinander gekoppelt, so daß sie zwangläu richtiger Reihenfolge betätigt werden und Bedienungsfehler schlossen sind. Die Hauptleitungen können bei voller Belastu voller Spannung ein- und ausgeschaltet werden, obgleich dies i malen Betrieb nicht geschehen soll; im allgemeinen erfolgt das A mit dem 24poligen Stromkreis. Die Maschinenanlage ist von der W house Company gebaut worden.

Bei den Abnahmeprobefahrten wurde die vertragliche Geschwin von 21 Kn um rd. ¼ Kn übertroffen, obwohl die Wasserverdr 34 100 t, d. h. 1500 t größer als die Normalverdrängung war. Die geschwindigkeit während der Probefahrt betrug 22,06 Kn, hierbei 37 400 Wellen-PS entwickelt. Bei der Rückwärtsfahrt wurde ei samtgeschwindigkeit von 16 Kn erreicht. [N 614]

Elektrische Blankglühöfen.

Von Dr. W. Rohn, Hanau.

Anforderungen an Glühöfen für metallverarbeitende Betriebe. Brennstoffgeheizte Glühöfen, ihre thermischen Wirkungsgrade; Glühtopfverschleiß. Betriebstechnische und wirtschaftliche Nachteile der Beizerei. Wirkungsgrade und Rentabilität elektrischer Glühöfen, Vorteile vollkommener Blankglühung. Konstruktionsgrundsatz und Aufbau elektrischer Blankglühöfen. Schutzatmosphäre. Elektrische Eigenschaften; Leistungsbedarf und seine Berechnung. Wirkungsgrad, Zahlenbeispiele. Abmessungen üblicher und ausgeführter Muffel- und Schachtöfen.

ei allen Arten von Verarbeitungsprozessen, denen Metalle unterworfen werden, ist zwischen den einzelnen Verarbei-ungsstufen ein Ausglühen erforderlich; die Glühöfen spielen edessen in allen metallverarbeitenden Betrieben eine wesent-echnische und wirtschaftliche Rolle. Außer Sparsamkeit im bsmittelverbrauch wird genaue Regelmöglichkeit der Tempe- gleichmäßige Temperatur über das ganze Ofeninnere und hst geringe Zunderbildung verlangt. Erfahrungsgemäß mit Kohlen, Koks, Öl oder Gas geheizte Glühöfen nur 10 vH thermischen Wirkungsgrad, häufig noch weniger[1]); die wärme durch Abwärmeverwertung nutzbar zu machen, ist in allen Fällen möglich und bedingt mindestens eine Er-rung des Betriebes gegenüber unabhängigen Glühöfen. Da m elektrischen Glühofen ohne weiteres ein thermischer ngsgrad von 70 bis 80 vH erreichen läßt, ist in vielen Fällen lektrische Glühofen bereits an reinen Betriebsmittelkosten aus wettbewerbfähig mit Öfen, die mit festen, flüssigen oder migen Brennstoffen gefeuert werden. Wartung und Bedienung scher Glühöfen sind stets erheblich einfacher und billiger; dem erfordern elektrische Glühöfen viel seltener Ausbesse-n, da die ungleichmäßigen Beanspruchungen der Ofenwandun-urch Stichflammen, Schlacken und dergl. fortfallen. Daß die eratur elektrischer Glühöfen mit besonderer Genauigkeit ein-t und aufrecht erhalten werden kann und daß sich elek- Glühöfen durch vollkommen gleichmäßige Temperatur über anze Ofeninnere auszeichnen (da jegliche Stichflammen-g und örtliche Überhitzung wegfällt), ist so allgemein be- daß darauf nicht näher eingegangen zu werden braucht.

Eine technisch und wirtschaftlich besonders unangenehme terscheinung des Glühens ist die Zunderbildung. Einmal et jede Oxydbildung einen Verlust an Werkstoff und damit Verschlechterung des Ausbringens, dann aber bedingt die Be-ung des Zunders oder Glühspanes lästige, platz- und zeit-nde und kostspielige Einrichtungen und Prozesse. Das beim n gebildete Oxyd wird durch Beizen entfernt, die Beizerei wegen der entwickelten Säuredämpfe und Feuchtigkeit von brigen Betriebsräumen getrennt werden; sie erfordert Platz, nal und recht erhebliche Unterhaltungs- und Betriebskosten. ug wirkt auch das Beizen verschlechternd auf das geglühte ial, da die Säure nicht nur das Oxyd auflöst, sondern ört- in die Tiefe dringende Angriffe hervorruft, so daß beispiels- das Beizen von dünnem Blech oder Draht erheblichen Aus- verursacht. Die Einwirkung der Säure ruft außerdem sogenannte Beizbrüchigkeit hervor. In geeigneten Fällen die Entfernung des Zunders auch lediglich durch Schlagen cheuern erreicht werden, wofür jedoch ebenfalls besondre htungen erforderlich sind und erhebliche Betriebskosten wandt werden müssen.

Infolgedessen bestand seit jeher das Streben, die Zunder-g beim Glühen nach Möglichkeit zu verringern; das be-este hierzu gewöhnlich angewandte Mittel ist das Einsetzen Einpacken des Glühgutes in Töpfe, die möglichst luftdicht lossen werden, und die dann erst ihrerseits in die Glüh-gesetzt werden. Abgesehen davon, daß die Glühtöpfe in der affung nicht billig und im Gebrauch einem großen und ieligen Verschleiß unterworfen sind, bedingen die Glüh- auch laufend sehr erhebliche Mehraufwendungen an Heiz-e. Dauerhafte Glühtöpfe wiegen im allgemeinen ebenso viel ehr als das darin zu glühende Gut, so daß bei einer Glühung oppelte oder mehr als das doppelte Gewicht auf Glüh-ratur erhitzt werden muß; ein Blankglühofen, der, ohne öpfe zu erfordern, nur das Glühgut selbst zu erhitzen t, bedeutet also neben der Ersparnis an den Glühtöpfen noch eine laufende Ersparnis von mindestens der Hälfte an wendender Wärme. Daneben liefert die Topfglühung meist kein vollkommen blankes Glühgut, so daß immerhin noch eichte Beizung erforderlich bleibt. Ein elektrischer Blank-en, der keine Glühtöpfe erfordert und wirklich vollkommen s Glühgut liefert, bedeutet also unter allen Umständen neben einer erheblichen Vereinfachung und Vervollkommnung des Betriebes eine bedeutende Verringerung der Gestehungskosten, solange der Preis einer Kilowattstunde (gleich 862 kcal) nicht höher steht als etwa 5 bis 8000 kcal in Form von Kohle oder andern Feuerungsmitteln.

[1]) Schmiedefeuer ergeben z. B. meist nur 0,5 bis 1,5 vH Wirkungsgrad.

Im folgenden soll ein elektrischer Blankglühofen beschrieben werden, den die Firma H e r a e u s - Vacuumschmelze, Aktiengesellschaft, Hanau, ausgebildet und seit drei Jahren im eigenen Betrieb mit bestem Erfolg erprobt hat[2]), so daß dort Glühöfen andrer Art bei der Verarbeitung von Eisen, Nickel, Kupfer und dergleichen überhaupt nicht mehr verwendet werden. Es hat sich dabei gezeigt, daß Drähte, die in solchen Öfen vollkommen blank geglüht sind, wesentlich leichter und mit geringerem Kraftaufwand gezogen werden können, zudem ist der Verschleiß an Zieheisen und Ziehsteinen ganz erheblich geringer. Blank geglühte

[2]) Die Konstruktion ist durch DRP Nr. 389 249 geschützt.

Abb. 1 und **2.** Muffelblankglühofen, Bauart Heraeus. (Abmessungen s. S. 1104.)

Eisenbänder können, so wie sie aus dem Ofen kommen, ohne irgendwelche Beizung oder dergl. fehlerfrei verzinnt werden, was für Herstellung von Weißblech eine wesentliche Vereinfachung bedeutet.

Baugrundsätze für den Blankglühofen.

Diese elektrischen Blankglühöfen bestehen aus drei wesentlichen Teilen. Der eigentliche Ofenkörper besteht aus Chamottemauerwerk, dessen innere Oberfläche das Heizelement, vor Berührung und Beschädigung geschützt, eingebettet trägt. Der Ofenkörper befindet sich im Innern eines luftdichten Mantels, der während des Betriebes mit einer Schutzatmosphäre gefüllt wird, die jede Spur von Sauerstoff ausschließt. Der schematische Aufbau derartiger Öfen in Muffelform ist in Abb. 1 und 2, in Schachtform in Abb. 3 und 4 dargestellt.

Der Ofenkörper ist aufgebaut aus normalen Chamottesteinen, wie sie im Industrieofenbau allgemein verwandt werden; die einzelnen Steine brauchen jedoch nicht mit Mörtel vermauert zu werden, sondern sind einfach im Verband gesetzt. Im allgemeinen genügt ein Chamottemauerwerk von der Stärke eines halben Steines; dieses Chamottemauerwerk wird außen mit einer einen halben oder einen ganzen Stein dicken Schicht aus Wärmeisoliersteinen umgeben, die ebenfalls nur im Verband gesetzt sind. Bei vorkommenden Ausbesserungen und Änderungen kann man infolgedessen die bereits gebrauchten Steine ohne Verlust wieder verwenden. Das ganze Mauerwerk ist im allgemeinen in ein Gerüst aus Fassoneisen eingebaut, das dem Ganzen vollkommen zuverlässigen Halt gibt.

Abb. 3 und 4. Schachtblankglühofen, Bauart Heraeus. (Abmessungen s. S. 1104.)

Das elektrische Heizelement besteht aus eine mehreren endlosen Bändern, die, mit der Innenfläche des werks bündig, in die Mauerwerkfugen des inneren Ofen eingelegt sind. Da die Schutzatmosphäre nicht nur das G sondern auch das Heizelement vor der Einwirkung von stoff vollkommen schützt, so ist die Lebensdauer des elementes sehr groß; aus dem gleichen Grunde ist es ni forderlich, das Heizelement aus Chromnickel oder äh teuren Baustoffen herzustellen; es kann vielmehr gewöh Eisenband ähnlicher Abmessungen verwandt werden, wie zum Beschlagen von Kisten verwandt wird.

Der luftdichte Ofenmantel besteht im wesentlich zwei Teilen; der untere Teil trägt eine Öltasse, in die de teil ohne sonstige Dichtungsmaßnahmen luftdicht eingesetz Bei Muffelöfen, Abb. 1 und 2, die über Flur zu stehen k besteht der untere Teil nur aus einem Boden, dessen Ra Öltasse bildet; auf diesem Boden steht unmittelbar das I eisengerüst, in das der Ofenkörper eingebaut ist; der förmige Oberteil des Ofenmantels wird zum Besetzen des abgehoben und nach beendigter Chargierung wieder in tasse eingesetzt. Bei Schachtöfen, Abb. 3 und 4, die i gemeinen unter Flur stehen, besteht der Unterteil des mantels aus einem zylindrischen Gefäß, in das der Ofen ohne besondres Fassoneisengerüst unmittelbar eingebaut i obere Rand dieses zylindrischen Behälters trägt die Öltas im allgemeinen mit dem Flur abschneiden oder den Fl wenig überragen wird. Zum Beschicken ist nur der Deck der Öltasse zu heben.

Die Temperatur des Ofenmantels überschreitet bei Glühtemperatur von 800 bis 1100° nicht 120 bis 150° Stromzuführungen zu den Heizbändern sind durch Stutzen, den Mantel eingeschweißt sind, luftdicht eingeführt; diese Str führungsstutzen sind von einem kleinen Kühlwassermant geben, während an den Stromeinführungen selbst eine be Kühlung nicht erforderlich ist. An verschiedenen Stell Ofenmantels sind ferner Stutzen eingeschweißt, die Scha tragen, durch die die Temperatur im Ofeninnern und ihre (mäßigkeit überwacht werden kann. Dem gleichen Zweck zwei oder drei eingebaute Thermoelemente, deren eines un bar an der Innenseite des Mauerwerks anliegt, während das in die Mitte des Glühgutes eingeschoben wird. Die Ablei der Thermoelemente sind ebenfalls luftdicht nach außen g die Temperatur wird an einem auf der Schalttafel anzubr den Meßgerät abgelesen oder aufgezeichnet. Um eine Erh des Öles in der Tasse zu vermeiden, die ja die Abgabe schä Öldämpfe an die Schutzgashülle verursachen könnte, ha auch in die Öltasse ein Kühlrohr eingebaut. Sämtliche Küh an Stromzuführungsstutzen, Thermoelement-Abführungss Schauglasstutzen und Öltasse sind hintereinander geschalte Kühlwasserverbrauch ist sehr gering.

Schutzgas.

Durch den luftdichten Ofenmantel ist das Ofeninnere kommen dicht von der Außenluft abgeschlossen. Nach setzen des Ofens und Aufsetzen des Deckels bzw. der kann die Luft im Ofeninnern durch ein sauerstoffreies Ga drängt werden. Für Einleitung und Abführung des Schut sind an Deckel und Boden des Ofens Zu- bzw. Abführung angeordnet. Als Schutzgas läßt sich z. B. Stickstoff ve den, der verdichtet in Stahlflaschen bezogen werden Zweckmäßiger ist es, die Luft aus dem Ofeninnern zuerst Kohlensäure zu verdrängen, die vom Boden her in Ofen eingeleitet wird; Kohlensäure ist verflüssigt in flaschen überall leicht zu beschaffen, da sie allgemein in druckapparaten verwandt wird. Sobald der Ofenmante unten nach oben mit Kohlensäure gefüllt ist, wird die K säurezuführung unterbrochen und durch das am Decke Ofenmantels befindliche Gaszuführungsrohr Leuchtgas, W gas oder Wasserstoff eingeleitet, bis die Kohlensäure verdrä In gleicher Weise, nur umgekehrt, wird nach beendigter Gl und genügender Abkühlung des Ofens verfahren, ehe der oder die Haube abgehoben wird. Auf diese Weise wird m bedingter Sicherheit jegliche Explosionsgefahr ausgeschl Infolge der wesentlich verschiedenen spezifischen Gewicht Luft, Kohlensäure und Leuchtgas oder Wasserstoff tritt Vermischung der Gase beim Füllen nur in ganz unerhebl Umfang ein, und zum Füllen des Ofens wird nur etw halbe Rauminhalt des Ofenmantels gebraucht, da der Teil des Ofeninnern vom Mauerwerk und Glühgut genommen wird. Während des Betriebes wird durch den ein ganz schwacher Strom des Schutzgases durchgeleitet Verwendung von Leuchtgas oder Wasserstoff als Schutzgas

am Gasabführungsrohr angesteckt und die Gaszufuhr so
...elt, daß ein höchstens 2 bis 3 cm hohes Flämmchen brennt.
...end des Betriebes ist also eine Schutzgaszufuhr von höch-
...einem Zehntel des Rauminhalts des Ofeninnern erforderlich,
...nd der Abkühlung etwa ein Viertel bis ein Drittel, so daß
...ne vollkommene Glühung an Schutzgas nicht mehr als 80
vH des Innenraumes des Ofenmantels gebraucht wird. Das
...gas kann so zusammengesetzt werden, daß es sich für ein
...ut, das aus Eisen oder Stahl besteht, entweder vollkommen
...l verhält oder mehr oder weniger tempernd oder zemen-
...d wirkt. Sind mehrere derartige Blankglühöfen vorhan-
...o werden diese zweckmäßig mit verschobenen Glühzeiten
...ben, wodurch neben einer durchaus gleichmäßigen Be-
...g des Elektrizitätswerkes noch der weitere Vorteil erreicht
... daß man das Schutzgas immer abwechselnd aus einem
...in den nächsten drücken kann, wodurch der Verbrauch an
...gas noch um ein mehrfaches verringert wird.

...anz ohne Schutzgas arbeiten derartige Öfen, wenn sie
...akuum betrieben werden. In diesem Falle wird das
...use luftdicht und drucksicher ausgebildet; der Chargen-
...el ist bei diesen Öfen etwas umständlicher, da die Ver-
...ug zwischen Ober- und Unterteil des Gehäuses vollkommen
...ht gegen den atmosphärischen Außendruck gemacht wer-
...uß. An Stelle des Schutzgases tritt hier die Luftpumpe,
...e Kraftbedarf von 0,5 PS jedoch nicht ins Gewicht fällt.

Elektrische Eigenschaften.

...um Umsetzen der dem Ofen zugeführten elektrischen
...ie in Wärme dienen, wie bereits oben erwähnt, ein
...nehrere endlose Bänder, die in die Fugen der Innenwand
...ens eingelegt sind; da das Heizband ebenso wie das Glüh-
...urch das Schutzgas vor jeder Zunderbildung geschützt
...nn als Heizband ein gewöhnliches Eisenband (je nach
... des Ofeninnenraumes etwa in den Abmessungen 0,5 × 10
...× 20 mm²) benutzt werden. Da der elektrische Widerstand
...sens einen ziemlich hohen Temperaturbeiwert hat, nehmen
...en zunächst verhältnismäßig viel elektrische Energie auf,
... anfänglich die Temperatur rasch ansteigt. Nähert sich die
...ratur derjenigen, für die der Ofen gebaut ist, so hat der
...stand des Bandes um so viel zugenommen, daß die weitere
...ratursteigerung langsamer erfolgt und sich infolgedessen
...ärme durch alle Teile des Glühgutes gut ausgleicht. Der
...fang rasche Temperaturanstieg wirkt zugleich in dem Sinne,
...e Öfen einen hohen thermischen Wirkungsgrad aufweisen.

...m allgemeinen wird in industriellen Betrieben die elek-
... Energie in Form von Drehstrom zur Verfügung stehen.
...fen sind sowohl an Gleichstrom oder Wechselstrom als
... unmittelbar an Drehstrom anzuschließen; die Betrieb-
...ung beträgt im allgemeinen 220 V. Das Heizband ist beim
... mit Drehstrom in drei gleiche Zweige unterteilt, die durch
... dreipoligen Hebelumschalter beliebig in Stern oder in
...k geschaltet werden können. Ein Ofen mittlerer Größe,
... für 1000 bis 2000 kg Glühgut in Form von Blech-
... und für eine Glühtemperatur von 800 °C erreicht, zu-
... in Sternschaltung eingeschaltet, nach etwa 1½ h eine
...ratur von 400 °C. Dann wird durch Umlegen des drei-
... Hebelumschalters das Heizband von Stern auf Dreieck
...haltet, wodurch die Energieaufnahme des Ofens etwa im
...tnis 1 : 3 zunimmt, so daß nach etwa weiteren zwei Stun-
... 0 °C erreicht sind. Sobald die beabsichtigte Endtempera-
... reicht ist, wird der Hebelumschalter wieder auf Stern-
...ng zurückgelegt; in dieser Schaltung bleibt dann die Tem-
...r beliebig lange unverändert.

...Vie bereits oben erwähnt, wird die Temperatur außer
... die angebrachten Schaugläser durch Thermoelemente über-
... Ein unmittelbar an der Ofenwand liegendes Thermo-
...t und ein in die Mitte des Glühgutes gelegtes Thermo-
...t werden, wenn an der Ofenwand die beabsichtigte Tem-
... erreicht ist, sich um etwa 20 bis 30 °C voneinander
...heiden. Wird jetzt von Dreieck auf Stern zurückge-
...lt, so tritt innerhalb von etwa 20 bis 30 min vollkommener
...raturausgleich ein, nach dessen Erreichung der Ofen im
...einen ausgeschaltet werden wird. Ist der Ofen nach Ab-
...r beabsichtigten Glühdauer ausgeschaltet, so kühlt er sich
...lb 10 bis 30 h je nach Größe des Ofens und Gewicht des
...ites so weit ab, daß er entleert werden kann.

...ollen in dem gleichen Ofen verschiedene Werkstoffe bei
...edenen Temperaturen geglüht werden, so werden die drei
... des Heizbandes mit gesondert herausgeführten An-
...zen versehen. Auf der Schalttafel, die den Stern-Dreieck-
...alter trägt, ist sodann ein durch ein Handrad zu betätigender
...umschalter angebracht, der erlaubt, den Strom einem größe-
ren oder kleineren Teile des Heizbandes zuzuführen und damit die Temperatur weitgehend zu regeln. Die Regelung erfolgt also verlustfrei ohne Vernichtung von Energie in Vorschaltwiderständen.

Steht kein Drehstrom, sondern Gleichstrom oder Einphasen-Wechselstrom zur Verfügung, so wird meist die Wicklung in zwei Zweigen angeordnet, die beim Einschalten zunächst hintereinander geschaltet sind. Sobald eine mittlere Temperatur erreicht ist, werden die beiden bisher hintereinander geschalteten Zweige durch Umlegen eines zweipoligen Schalters parallel geschaltet, bis die Höchsttemperatur erreicht ist. Dann wird der Schalter wieder auf Hintereinanderschaltung zurückgelegt. Die Anordnungen für Temperaturregelung sind die gleichen, wie für Drehstrom beschrieben. Der Leistungsfaktor ($\cos \varphi$) der mit Drehstrom betriebenen Öfen beträgt auch bei den größten Ofeneinheiten 0,90 bis 0,95.

Leistungsbedarf.

Der Kraftbedarf eines elektrischen Glühofens hängt außer von der Größe der betreffenden Ofenbauart und der beabsichtigten Höchsttemperatur ab von der Schnelligkeit, mit der ein bestimmtes Gewicht an Glühgut auf die Höchsttemperatur gebracht werden soll. Der zu einer Glühung erforderliche Bedarf an elektrischer Energie setzt sich aus drei Teilen zusammen. Der erste Anteil dient dazu, das Mauerwerk des Ofens selbst auf Glühtemperatur zu erhitzen und es nach erreichter Höchsttemperatur auf dieser unveränderlich zu erhalten. Dieser Anteil hängt lediglich von der Größe des Ofens ab, d. h. von der Oberfläche des Glühraums, und ist unabhängig davon, ob der Ofen mit viel oder wenig Glühgut beschickt ist oder gar völlig leer erhitzt wird; dieser Anteil ist also als thermischer Verlust anzusehen. Der zweite Anteil dient zur Deckung der Strahlungs- und Leitungsverluste; dieser Anteil ist ebenfalls der Oberfläche des Glühraums proportional. Haben Mauerwerk und Glühgut die Höchsttemperatur erreicht, so ist dem Ofen eine bestimmte elektrische Leistung dauernd zuzuführen, um ihn unverändert auf dieser Höchsttemperatur zu erhalten. Da die Temperatur des Ofens und seiner Außenfläche während der Glühung allmählich von Raumtemperatur bis zur Höchsttemperatur ansteigt, kann man mit guter Annäherung ansetzen, daß die Hälfte der Energie, die zur Aufrechterhaltung der Höchsttemperatur erforderlich ist, während der ganzen Glühdauer zugeführt werden muß. Auch dieser Anteil ist thermischer Verlust. Der dritte Anteil endlich wird restlos zur Erwärmung des Glühgutes verbraucht und stellt somit die Nutzleistung dar.

Der Energiebedarf eines elektrischen Ofens in Kilowattstunden ergibt sich also zu:

$$E = n + v + w,$$

wobei

$$\text{I.}\quad v = O\,a$$

$$\text{II.}\quad w = O\,\frac{b}{2}\,t$$

$$\text{III.}\quad n = P\,c$$

ist. Hierin bedeutet O die Oberfläche des Glühraums des Ofens in m², P das Gewicht des Glühguts in Tonnen, t die Dauer der Glühung in Stunden. a ist die Anzahl von Kilowattstunden, die auf 1 m² der Oberfläche des Glühraums dem Mauerwerk zugeführt werden müssen, um dieses auf Höchsttemperatur zu erhitzen. b ist die Anzahl von Kilowatt, die auf 1 m² der Oberfläche des Heizraums nach Erreichung der Höchsttemperatur dauernd zugeführt werden müssen, um den Ofen gleichbleibend auf Höchsttemperatur zu erhalten. c endlich ist die Anzahl von Kilowattstunden, die erforderlich sind, um 1000 kg Glühgut auf die vorgeschriebene Glühtemperatur zu erhitzen.

Für Öfen der beschriebenen Bauart von etwa 1 bis 2 m³ Glühraum und 250 mm Mauerwerkstärke für Eisen oder Stahl als Glühgut und 800 °C Glühtemperatur ist

$$a = 25{,}6\ \text{kWh/m}^2$$
$$b = 6{,}0\ \text{kWh/m}^2$$
$$c = 187\ \text{kWh/t}.$$

Der thermische Wirkungsgrad W eines elektrischen Ofens ergibt sich danach zu

$$W = \frac{n}{n + v + w}.$$

Der Kraftbedarf eines Ofens, dessen Glühraum 1 m breit, 1 m tief und 1 m hoch ist (so daß also der Glühraum gerade 1 m³ faßt), und der je Charge in vier Stunden 4000 kg Glühgut auf 800° bringen soll, berechnet sich also folgendermaßen: Die Oberfläche des Glühraums beträgt 6 m²; zum Erhitzen des Ofenmauerwerks sind erforderlich

$$v = O\,a = 6 \cdot 25 = 150\ \text{kWh}.$$

Um den Ofen auf 800° unverändert zu halten, sind

$$O\,b = 6 \cdot 6 = 36 \text{ kW}$$

dauernd zuzuführen; da die Glühung innerhalb vier Stunden durchgeführt sein soll, sind also zur Deckung der Strahlungs- und Ableitungsverluste zuzuführen

$$w = \frac{1}{2}\,O\,b\,t = \frac{1}{2} \cdot 36 \cdot 4 = 72 \text{ kWh}.$$

Die Erhitzung der 4000 kg Eisen auf 800° erfordert endlich

$$n = P\,c = 4 \cdot 187 = 748 \text{ kW}.$$

Der thermische Wirkungsgrad des Ofens ergibt sich somit zu:

$$W = \frac{n}{n + v + w} = \frac{748}{748 + 150 + 72} = 0{,}771 \text{ oder } 77{,}1 \text{ vH}.$$

Die Zuführung der insgesamt erforderlichen 970 kWh innerhalb 4 h erfordert etwa 240 kW durchschnittliche Leistungsaufnahme. Bei Gleichstrom oder Einphasenwechselstrom von 220 V sind somit die Zuleitungen zum Ofen für 1100 A zu bemessen. Bei Drehstrom von 220 V sind die Zuleitungen für 650 A ausreichend zu wählen. Da die Belastung unmittelbar nach dem Einschalten und Umschalten höher ist als die durchschnittlich aufgenommene Leistung, so ist zu den hieraus errechneten Leitungsquerschnitten ein Zuschlag von 30 vH zu geben.

Soll die gleiche Glühung nicht innerhalb 4 h, sondern innerhalb 8 h durchgeführt werden, so stellt sich die Rechnung wie folgt:

Mauerwerk:	$v = 6 \cdot 25$ . . . . =	150 kWh
Strahlungsverluste:	$w = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 6 \cdot 8$ . . =	144 „
Nutzleistung:	$n = 4 \cdot 187$ . . . . =	748 „
	insgesamt also . . .	1042 kWh

In diesem Fall errechnet sich der thermische Wirkungsgrad zu

$$W = \frac{n}{n + v + w} = \frac{748}{748 + 150 + 144} = 0{,}718 \text{ oder } 71{,}8 \text{ vH}.$$

Die Zuführung der 1042 kWh innerhalb 8 h erfordert eine durchschnittliche Leistungsaufnahme von etwa 130 kW. Bei Gleichstrom oder Einphasenwechselstrom von 220 V sind somit die Zuleitungen zum Ofen für 590 A zu bemessen. Bei Drehstrom 220 V sind die Zuleitungen für 340 A ausreichend zu wählen.

Würden endlich in dem gleichen Ofen anstatt 4000 kg 1600 kg Glühgut innerhalb 4 h auf 800° zu erhitzen sein, s gäbe die Rechnung

$$v = 150 \text{ kWh}$$
$$w = 72 \text{ „}$$
$$n = 299 \text{ „}$$

insgesamt also 521 kWh

und somit den thermischen Wirkungsgrad

$$W = \frac{299}{299 + 150 + 72} = 57{,}4 \text{ vH}.$$

Die durchschnittliche Stromaufnahme wäre ebenfalls 130 kW somit genügen auch die Abmessungen der Stromzuleitung w zweiten Beispiel.

Bei 5000 kg Chargengewicht und 5 h Glühdauer würde der thermische Wirkungsgrad zu 80 vH, die durchschnit Leistungsaufnahme zu 254 kW ergeben.

Bei der Berechnung der Stromaufnahme ist von vereinfachenden Annahme ausgegangen, daß die Leistung nahme während der ganzen Betriebsdauer durchaus g mäßig sei. In Wirklichkeit ist die Stromaufnahme beim schalten und beim Umschalten von Vorheizen auf Hochh je etwa 1,5- bis 1,7mal größer als die durchschnittliche Leist aufnahme, da man anfangs eine rasche Temperatursteig aus Gründen der Zeitersparnis und eines guten thermischen kungsgrades anstrebt, während bei Annäherung an die temperatur ein guter Wärmeausgleich und hierfür eine langs Temperatursteigerung erwünscht ist. Beides wird dadurc reicht, daß man ein Heizelement mit hohem Temperaturk zienten wählt. Gegen Ende der Glühzeit sinkt die Leistung nahme auf 0,8 der Durchschnittsleistung, nach Rückschalte Vorheizen zwecks völligen Temperaturausgleiches auf etw

Zahlreiche Messungen im praktischen Betrieb habe geben, daß das Endergebnis der vorstehenden Berechnung durch den nicht ganz strengen Ansatz für die Strahlungsve um nicht mehr als 1 bis 2 vH verschiebt.

Die vorstehenden Ausführungen seien noch durch e Meßergebnisse ergänzt, die bei einer Abnahmeprüfung erl wurden. Die Schaulinien, Abb. 5 bis 7, stellen die Leistung nahme sowie die Temperaturen am Heizelement und in der des Glühgutes für einen mit 250 mm starkem Mauerwerk geb Ofen von 1250 × 1250 mm² lichter Grundfläche und 850 mm li Gewölbehöhe dar, dessen Heizraum also eine Oberfläche rd. 7,4 m² hat. Der Ofen wurde einmal leer, dann mit 15 und schließlich mit 2680 kg sperrigem Glühgut auf 820° e Die zur Verfügung stehende Stromquelle gab nur 100 kW d schnittlicher Leistung her, so daß sich verhältnismäßig Glühzeiten und infolgedessen niedrige Wirkungsgrade erg zumal der Füllfaktor sehr niedrig war.

Die Leererhitzung diente der Bestimmung des Wärm brauches des Mauerwerks und der Strahlungsverluste 7,4 · 25 kWh = 185 kWh und $w = \frac{1}{2} \cdot 7{,}4 \cdot 6 \text{ kW} \cdot 3{,}5 \text{ h} = 77{,}7$ woraus sich 262,7 kWh berechnen; gemessen wurden 264 k der Wirkungsgrad muß hier natürlich null sein, da der kein Glühgut enthielt. Bei 1560 kg Glühgut beträgt die leistung 187 · 1,56 = 292 kWh; verbraucht wurden in sieben diger Glühdauer 628 kWh, was einen Nutzeffekt von 46,5 v gibt. Beim dritten Versuch wurden 2680 kg Glühgut 187 · 2 501 kWh Nutzleistung zugeführt; bei einem Verbrauch 988 kWh in vierzehnstündiger Glühdauer beträgt der Wirk grad 50,7 vH.

Mit Blechtafeln beschickt, hat der Ofen ein Fassungsverm von 6000 kg; mit 173 anstatt 100 kW durchschnittlicher Lei betrieben führt er die Glühung auf 800° in 8 h mit 1450 Stromverbrauch und einem Nutzeffekt von 77 vH durch.

Abb. 5 bis 7. Leistungsaufnahme und Temperaturen am Heizelement und in der Mitte des Glühgutes.

b Glühmuffel, leer	—	Verbrauch	294 kWh
c „ gefüllt 1560 kg Fe,		„	648 „
d „ gefüllt 2680 kg Fe,		„	1066 „

Abmessungen.

Gestalt und Abmessungen des Glühraumes haben sich dem Verwendungszweck zu richten. Zum Glühen von D ringen, Bandringen und Massenartikeln, wie Stanzteilen wird zweckmäßig ein Schachtglühofen gewählt, dessen l Dmr. etwa 50 mm größer zu wählen ist, als der Dmr. der gr zu glühenden Drahtringe, und dessen Höhe zweckmäßig s messen wird, daß der Ofen eine Tagesleistung oder eine stimmten Anteil einer Tagesleistung aufnehmen kann. Normalbauart wird ausgeführt ein Schachtofen von 800 mm li Schachtdurchmesser und 1750 mm lichter Schachthöhe, für

0 kg Glühgut; die Außenmaße eines solchen ns betragen 1500 mm Dmr. und 2800 mm Höhe.

Zum Glühen von Blechtafeln und ähnlichem hgut werden zweckmäßig Muffelöfen verwandt, in folgenden Normalbauarten ausgeführt den:

750 × 750 mm² lichter Grundfläche, 400 mm lichter Höhe des Heizraumes für etwa 300 kg Glühleistung.

1250 × 1250 mm² lichter Grundfläche, 600 bis 800 mm lichter Höhe des Heizraumes für 2000 bis 5000 kg Glühleistung.

1250 × 2250 mm² lichter Grundfläche, 700 bis 1000 mm lichter Höhe des Heizraumes für 5000 bis 10 000 kg Glühleistung.

Wirkungsgrad und Kraftbedarf ergeben sich größter Annäherung aus den Ausführungen vorhergehenden Abschnittes.

Selbstverständlich ist es möglich, die Abmesgen eines derartigen Ofens jedem beliebigen wendungszweck anzupassen. Als Beispiel sei ähnt, daß derartige Glühöfen zum Glühen von gen- oder Röhrenpaketen ausgeführt sind, in × 3000 mm² lichter Grundfläche × 250 mm er Höhe und sogar in 250 × 12 000 mm² lichter Grundhe × 250 mm lichter Höhe.

Abb. 8 zeigt einen Teil der elektrischen Blankglühanlage der uerin mit folgenden Ofenbauarten (von links nach rechts):

ein Knüppelglühofen Grundfläche 3000 × 250 mm², Höhe 250 mm,

ein Muffelofen für Feindrähte, Grundfläche 750 × 750 mm², Höhe 450 mm,

zwei Muffelöfen für Blechtafeln und grobes Glühgut, Grundfläche 1350 × 1250 mm², Höhe 850 mm,

ein Schachtofen für Drahtringe von 800 mm Schacht-Dmr., 1750 mm Schachthöhe.

Abb. 8. Elektrische Blankglühanlage der Heraeus-Vakuumschmelze A.-G.

Im Vordergrund ist die Chargieröffnung eines ebenfalls elektrisch beheizten Tiefofens für Blöcke bis 1500 kg Gewicht zu sehen. Die beiden ersten Öfen stehen seit 3½ Jahren in täglichem Betrieb für Glühtemperaturen bis 950 ° und haben in dieser Zeit noch nicht die mindeste Ausbesserung nötig gehabt; sie sind nach zweieinhalbjähriger Betriebsdauer sogar über eine größere Strecke ohne irgendwelche Schädigung befördert worden. Auch die andern drei Öfen stehen seit zwei Jahren ohne Ausbesserung im Dienst und haben die gleiche Ortsveränderung ohne Störung vertragen. Im gleichen Betrieb steht ferner ein Vakuumglühofen von 600 mm Schacht-Dmr. und 1200 mm Schachthöhe; ein Stangenglühofen von 12 m Länge geht seiner Fertigstellung entgegen. [B 455]

ue englische Vorschriften für Rettungsgeräte.

Schwere Unfälle auf See, bei denen eine große Anzahl von Menh leben zu beklagen ist, geben gewöhnlich Veranlassung, die gechen Bestimmungen für die Rettungsgeräte oder die Bauvorh ten für Schiffe neu zu bearbeiten. War man vor etwa 20 Jahren Ansicht, daß die vorschriftsmäßige Unterteilung großer Fahrgastfer mit Schotten ausreichend sei, um die Schwimmfähigkeit solch Schiffes in jedem Falle zu sichern, so lehrte der Unglücksfall der nic", daß auch Ausnahmen möglich sind. Hiernach wurde die rung „Bootsraum für alle" erhoben und durchgeführt. Nun ersich dabei aber viele Schwierigkeiten, was man schon s erkennt, daß mit wachsender Verdrängung und Schiffswohl der für Fahrgasteinrichtungen verfügbare Raum, nicht aber ir die Rettungsboote verfügbare Bordlänge im gleichen Verhältnis mt. Man muß daher die Boote hintereinander und ineinander , wenn die vorgeschriebene Anzahl vorhanden sein soll. Außernuß man leistungsfähige Ausschwenkvorrichtungen anbringen, und sehr fraglich, ob die vorhandenen Boote sich im Ernstfall auch ch alle am Rettungswerk beteiligen können. Eine Schlagseite das Ausschwenken auf einer Seite unmöglich machen, die Boote n an der Bordwand zerschellen, und was der Fälle mehr sind.

Daß diese Einwände gegen die Forderung „Bootsraum für alle" tigt sind, hat man bei verschiedenen Schiffsunfällen erkannt, die n den letzten Jahren ereignet haben. Man hat weiter erkannt, s heute nicht so auf die Menge der Rettungsboote, als auf die ngsfähigkeit der einzelnen Rettungsgeräte ankommt, weil man er Hilfe drahtlos herbeigerufener Schiffe rechnen darf.

Aus diesen Erwägungen heraus hat der englische Board of Trade Vorschriften ausgearbeitet, die jetzt dem Parlament vorgelegt n sind. Nach ihnen soll bei den überseeischen Fahrgastschiffen, nen das erforderliche Zuwasserlassen einer übermäßig großen Anvon Booten mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft ist, auch schwimmende Rettungsgeräte zugelassen werden, und zwar müssen der normalen Ausrüstung noch Schwimmkörper für 25 vH der ung und Fahrgäste vorhanden sein.

Sind mehr als 15 Rettungsboote an Bord, so muß eines oder mehrere otorantrieb, FT-Anlage und Scheinwerfer versehen sein. Wird kein boot verwendet und sind mehr als zehn Boote vorhanden, so ist nes eine FT-Anlage erforderlich. Die Rettungsboote sollen außer undvorrat nach den bisherigen Vorschriften noch ein Pfund konrte Milch für jeden Kopf der Höchstbesatzung führen. Außerdem Überseeschiffe eine ausreichende Anzahl Strickleitern und eine leuchtung für den Ernstfall führen.

Fahrgastdampfer in der Küstenschiffahrt sollen Aussetzvorrichtungen für Boote führen, die ein Zuwasserlassen der vollbesetzten Boote auch bei einer Schlagseite des Schiffes ermöglichen. Auch auf das Rettungsgerät der Motorschiffe für Fahrgastverkehr im Küstendienst sind die neuen Vorschriften ausgedehnt worden. Der Entwurf geht im allgemeinen von der Ansicht aus, daß bei Schiffsunfällen oft nur wenig Zeit vorhanden ist, und daß es daher zweckmäßig ist, außer den Rettungsbooten noch andre Schwimmkörper schnell zur Hand zu haben. [N 753]

Grundlagen und neuere Fortschritte der Zahnrädererzeugung.

Herr Paul Böttcher, Altona, teilt mir einige wertvolle Ergänzungen und Berichtigungen zu meinem Aufsatz in Nr. 36 S. 913 mit, die ich im folgenden gekürzt wiedergebe:

1. Das schaltungsfreie Verfahren der epizyklischen und hypozyklischen Flankenlinien, Abb. 34 S. 919 und 35 S. 920, das Herrn Wingquist 1918 patentiert wurde, ist von Böttcher bereits in seiner von mir erwähnten Patentschrift Nr. 312 859 vom Nov. 1909, Abb. 5 bis 9, beschrieben und vom Jahre 1910 ab ausgeführt worden. Die Räder der Abb. 23 bis 25 meines Aufsatzes sind nach diesem Verfahren erzeugt. Später verließ Böttcher für Kegelräder dieses Verfahren zugunsten der Erzeugung von Kreisbogen mit geschaltetem Teilrad.
2. Zu Seite 918, 7. Zeile von unten bis 919 oben ist zu bemerken, daß nur Gleason Rad und Gegenrad mit dem gleichen Werkzeug schneidet und den dadurch bedingten Fehler in Kauf nimmt, während Böttcher mit Werkzeug und Gegenwerkzeug fehlerfrei arbeitet, und ferner, daß nur Böttcher, nicht Gleason, auf die Verjüngung der Kegelradflanken verzichtet.
3. Zur Geschichte der Kreisbogen-Kegelräder bemerkt Herr Böttcher, dessen Patent vom Jahre 1909 ist, daß er bereits 1910 auf seiner Maschine Kreisbogen-Flankenlinien ebensogut wie epizyklische herstellen konnte, und im Sommer 1912 die ersten Proberäder nach Amerika an den damaligen Präsidenten der Bosch Co., O. Heins, sandte, der deswegen mit der bekannten Automobilfirma Packard in Verbindung trat. Erst im Oktober 1912 erfolgte die erste amerikanische Anmeldung auf kreisbogenförmig geschnittene Zahnräder durch die Firma Packard, im November 1912 durch Gleason, den Lieferanten der Kegelradmaschinen bei Packard. Ein Einfluß von Böttcher ist hierbei nicht unwahrscheinlich. [N 737]

Dresden. Kutzbach.

Wärmeerzeugung und Wärmebilanzen von Feuerungen, besonders für minderwertige Brennstoffe.

Von Dipl.-Ing. Fr. Ebel, Essen.

(Schluß von S. 1036.)

Zweite Versuchsreihe.

Zwei weitere Versuche 8 und 9 wurden an einer Wasserrohrkesselanlage, Abb. 25, vorgenommen. Das Zündgewölbe war hier um etwa 200 mm kürzer als bei der ersten Versuchsreihe, überdeckte außerdem nur 52 vH gegenüber 55 vH der gesamten Rostfläche und hatte die in Abb. 25 voll ausgezogene Form. Die Meßstellen sind wieder bezeichnet. Der Gang der Untersuchung war derselbe wie früher. Über den verwendeten Brennstoff gibt Zahlentafel 3 Aufschluß. Es war Fettkohle in Form von Kohlenschlamm mit einem etwas höheren Gehalt an Brennbarem und demzufolge besserem Heizwert, als beim Brennstoff der ersten Versuchsreihe. Die damit erzielte Gesamtausnutzung war besser, siehe Abb. 26 und 27. Wesentliche

Zahlentafel 3. Brennstoffkennwerte der zweiten Versuchsreihe.

Versuch-Nr. Tag des Versuchs Brennstoff-Kennwert	8 20. 9. 22	9 21. 9. 22
	Schlammkohle	
1. Wassergehalt . . . vH	14,71	15,43
2. Aschengehalt . . . „	14,44	12,96
3. Brennbare Substanz (Reinkohle) . . „	70,85	71,61
4. Flüchtige Bestandteile . . . „	14,23	13,98
5. „ „ der Reinkohle . „	20,10	19,50
6. Verhältnis $\left(H - \frac{O}{8}\right) : C = 1 : a$	1 : 20,3	1 : 20,6
7. Kohlenstoffgehalt C der Kohle . . . vH	63,4	64,2
8. Davon in der Schlacke . . . „	2,65	2,45
9. Unterschied . . . „	60,75	61,75
10. Unterer Heizwert d. feuchten Kohle kcal/kg	5810	5722
11. Oberer „ „ „ „ „	5898	5815
12. Unterer „ der Reinkohle . „	8330	8120
13. Heizwertdichte q der Rauchgase kcal/m³	960	960
14. Theoretische trockene Rauchgasmenge m³/kg	6,15	6,05
15. Luftbedarf l für 1 m³ Rauchgas . . . m³	1,025	1,025
16. „ für 1 kg Brennstoff . . . „	6.30	6,21
17. Verfeuertes Brennstoffgewicht . . kg/h	1670	1300

Verluste durch Flugkoks lassen sich nur bei der gesteig Rostbelastung von Versuch 8 und stärkerem Unterwind weisen. Dieser hatte 18 und 13 mm W.-S. Druck unter dem war also wesentlich schwächer als bei der ersten Versuchs Die Wärmeentwicklung, Abb. 28 und 29, war vor dem Erre der Heizfläche beendet, aber mit steigender Belastung sich die Brennzone mehr und mehr an die Heizfläche her

Dritte Versuchsreihe.

Am beachtenswertesten ist die dritte Versu reihe, weil dabei gleichzeitig zwei verschiedene gewölbe an einem Kessel geprüft wurden. Der dafür ben Wasserrohrkessel entspricht dem in Abb. 25 dargestellten dem Unterschied, daß der rechte Wanderrost das gestr angedeutete Gewölbe hatte, das also ähnlich dem bei der Versuchsreihe war, während der linke Wanderrost das s punktierte Gewölbe hatte.

Der verwendete Brennstoff, Zahlentafel 4, war zwar reicher, aber wegen seines Aschen- und Wassergehalts m wertiger als bei den beiden früheren Versuchsreihen.

Abb. 25. Kesselanlage für die zweite und dritte Versuchsreihe.

Abb. 26. Wärmebilanzen, Versuch 8.

Abb. 27. Wärmebilanzen, Versuch 9.

Abb. 28. Insgesamt erz Wärme in vH des Heizw

Zahlentafel 4. Brennstoffkennwerte der dritten Versuchsreihe.

Versuch Nr.	10			11		
Tag des Versuchs	16. Januar 1923			17. Januar 1923		
Brennstoff-Kennwert	Schlammkohle	Mittelgut	Mischung 3 : 1	Schlammkohle	Mittelgut	Mischung 3 : 1
Wassergehalt . . . vH	20,20	14,56	18,79	19,24	8,66	16,59
Aschengehalt . . . „	24,55	18,60	23,06	22.17	20,81	21,83
Brennbare Substanz (Reinkohle) . . . „	55,25	66.84	58,15	58,59	70,53	61,58
Flüchtige Bestandteile . . . „	18,71	21.89	19,50	19,06	23,61	20,20
Flüchtige Bestandteile der Reinkohle . . . „	33,90	32,80	33,50	32,50	33,50	32,80
Verhältnis $\left(H - \frac{O}{8}\right) : C = 1 : a$	1 : 21,3	1 : 21,0	1 : 20,7	1 : 21,0	1 : 21,0	1 : 21,0
Kohlenstoffgehalt C der Kohle . . . vH	—	—	48,6	—	—	51,6
Davon in der Schlacke . . . „	—	—	2,15	—	—	1,33
Unterschied . . . „	—	—	46,45	—	—	50,27
Unterer Heizwert der feuchten Kohle . . . kcal/kg	4112	5208	4386	4380	5520	4665
Oberer Heizwert „ „ „ . . . „	4233	5305	4499	4496	5572	4765
Unterer Heizwert der Reinkohle . . . „	7650	7930	7730	7660	7900	7740
Heizwertdichte q der Rauchgase . . . kcal/m³	956	957	956,2	957	956.2	957
Theoretische trockene Rauchgasmenge . . . m³/kg	4,43	5,54	4,71	4,69	5,83	4,98
Luftbedarf l für 1 m³ Rauchgas . . . m³	1,027	1,027	1,027	1,027	1,027	1,027
Luftbedarf für 1 kg Brennstoff . . . m³/kg	4,54	5,69	4,83	4,82	5,99	5,11
Verfeuertes Brennstoffgewicht . . . kg/h	—	—	1870	—	—	2010

rsuchungen wurden wegen der verschiedenen Zündgewölbe beide Feuerungen getrennt, aber gleichzeitig ausgeführt, so sich die Wärmeentwicklung verfolgen läßt.

Die Gesamtausnutzung war für den schlechten Brennstoff gut. Die Bilanzen, Abb. 30 und 31, zeigen, daß die Ursache hohe Wirkungsgrad der Feuerung von 96 bis 97 vH ist. nstoffverluste sind anscheinend nur in den Herdrückständen aufgetreten. Aus dem Gang der Wärmeentwicklung aus Brennstoff, Abb. 32[1]) und 33, geht hervor, daß beide Feuerungen die erforderliche Wärme vor dem Erreichen der Heizfläche entwickelt haben, daß aber die linke Feuerung der rechten hierin noch überlegen ist. Besonders die Verteilung der Wärmeerzeugung auf die einzelnen Stufen des Brennweges, Abb. 33, zeigt, daß das Gewölbe mit steigender und fallender Neigung durch das wieder heruntergezogene Gewölbeende eine durchaus günstige Verschiebung der Wärmeerzeugung unter das Gewölbe und eine Entlastung des übrigen Feuerungsraumes bewirkt. Das ist ein Erfolg, der für die Belastungsfähigkeit der Feuerung ohne Schädigung ihres Wirkungsgrades und für die Übertragung der Wärme an die wirksamste Heizfläche der Wasserrohre sehr bedeutsam ist.

Schlußfolgerungen.

Aus den vorliegenden Versuchsergebnissen lassen sich für ähnliche Brennstoffe und Betriebsverhältnisse brauchbare Schlüsse ziehen. Vor allem ist die Art der Wärmeerzeugung in der Feuerung für die Ausnutzung der Gesamtanlage grundlegend, und deshalb muß die Aufsicht im Kesselbetrieb bei diesem Punkt anfangen, wenn man für die weiteren Schritte die richtigen Unterlagen erhalten will.

Ferner kann man auch für ungünstige Brennstoffe eine Feuerung so bauen oder betreiben, daß Kohlenstoffverluste nur in bescheidenem Umfang eintreten. Als Mittel hierzu kann man geeignete Ausbildung der Zündgewölbe oder auch zweckmäßig Zufuhr von Oberluft ansehen. Die genannten Ziele sind um so leichter erreichbar, je geringer der Druck des Unterwindes und je kleiner der Luftüberschuß in allen Teilen der Feue-

[1]) Abb. 32 war versehentlich in Nr. 39 S. 1036 als Abb. 21 gebracht. Die richtige Abb. 21 folgt auf S. 1108.

Abb. 29. Zunahme der Wärmeerzeugung in vH des Heizwertes.

Abb. 30. Wärmebilanzen, Versuch 10.

Abb. 31. Wärmebilanzen, Versuch 11.

Abb. 32. Insgesamt erzeugte Wärme in vH des Heizwertes.

rung ist. Der Wert des geringen Luftüberschusses, also hohen CO_2-Gehaltes, liegt vor allem darin, daß er die Brennzone verkürzt und einen guten Feuerungswirkungsgrad ermöglicht. Daß außerdem dadurch der Wärmeübergang günstig beeinflußt wird, ist schon von jeher betont worden. Eine noch höhere Bedeutung als dem CO_2-Gehalt kommt bei minderwertigen Brennstoffen der Summe $CO_2 + O_2$ zu, da sich daraus schon allgemeine Rückschlüsse auf etwaige größere Kohlenstoffverluste ziehen lassen. Die Feststellung des CO_2-Gehaltes allein genügt nicht.

Den Einfluß von Kohlenstoffverlusten auf die Schornsteinverluste bestätigt am besten Zahlentafel 5. Darin sind den Schornsteinverlusten nach den Wärmebilanzen für dieselben Zustände die nach der Siegertschen Näherungsformel gegenübergestellt. deren Unzuverlässigkeit klar daraus hervorgeht.

Auch bei

Gasfeuerungen

macht die Aufstellung von Wärmebilanzen oft Schwierigkeiten. Der Anwendung des gleichen Verfahrens bei Koksofengas-, Generatorgas- oder Gichtgasfeuerungen stellen sich Hindernisse entgegen; denn der schon im Frischgas enthaltene Stickstoff erschwert es, den aus der Wasserstoffverbrennung verbleibenden Stickstoff im Rauchgas zu begrenzen. Dazu müßte schon eine genaue Zusammensetzung des Frischgases bekannt sein, was aber in der Mehrzahl der Fälle nicht vorausgesetzt werden kann, und auch dann wäre der Rechnungsgang langwierig und unübersichtlich. Kennt man also nur den Heizwert des Frischgases, so läßt sich aus der Summe der Kohlenstoffverbindungen im Rauchgas $CO_2 + CO + CH_4$ zwar das gesamte Kohlenstoffgewicht in 1 m³ Rauchgas, aber noch nicht die erzeugte Wärme bestimmen. Doch gibt es auch hier einen gangbaren Weg, um zum Ziel zu kommen.

Abb. 33. Zunahme der Wärmeerzeugung in vH des Heizwertes.

Abb. 34. Wärmebilanz einer Gasfeuerung.

Zahlentafel 5. Fehlergrößen der Siegertschen Formel.

Versuch Nr.	Schornsteinverluste nach der Siegertschen Formel vH	Schornsteinverluste nach der zeichnerischen Bestimmung vH	Fehler der Siegertschen Formel vH
1	17,5	14,3	+ 22,2
2	18,0	14,9	+ 21,0
3	20,4	14,7	+ 38,8
4	13,7	13,8	— 0,6
5	19,3	16,7	+ 15,6
6	19,5	20,8	— 6,2
7	18,1	18,3	— 1,0
8	17,5	16,3	+ 7,2
9	16,4	16,2	+ 1,2
10	22,2	22,3	— 0,5
11	20,7	18,75	+ 10,5

Bestimmt man nämlich den Heizwert des Frischgases im Junkersschen Kalorimeter, so gibt das anfallende Verbrennungswasser einen Maßstab für das in 1 m³ Frischgas entha Wasserstoffgewicht, da 1 kg Wasserstoff 9 kg Verbrennungswa liefert. Bestimmt man dagegen den Heizwert durch E sion in einem geschlossenen Gefäß, etwa in dem U Gaskalorimeter, so kann man nach der Heizwertbestimmung verbrannte Gasgemisch in ein Absorptionsgefäß mit Kalil führen, worin die bei der Verbrennung gebildete Kohlens zurückbleibt. Rechnet man diese Kohlensäuremenge 100 Raumteile Frischgas um, so erhält man damit zwar angenähert die Summe aller Kohlenstoffverbindungen im Fr gas, aber das in 1 m³ Frischgas von 0° und 760 mm enthaltene Kohlenstoffgewicht G_C ist dann 0,536 $\Sigma\, CO_2$, $\Sigma\, CO_2$ das auf 100 Raumteile Frischgas bezogene Kohlensä volumen in m³ bezeichnet, das bei der Verbrennung entsteh

Das Kohlenstoffgewicht g_C in 1 m³ Rauchgas ist beka lich $\frac{0{,}536 \cdot (CO_2 + CO + CH_4)}{100}$. Dann ist ohne weiteres $\frac{G_C}{g_C}$ aus 1 m³ Frischgas gebildete Rauchgasmenge, und die Wä bilanz läßt sich wieder anschaulich zeichnerisch darstellen.

In Abb. 34 sind wagerecht wieder die Rauchgasmen senkrecht die Kohlenstoffgewichte in 1 m³ Gas und die werte von 1 m³ aufgetragen. Zugrundegelegt ist ein Koksc gas von der Zusammensetzung:

CO_2	C_2H_4	O	CO	H	CH_4	N
2	1,2	0,6	5,2	54,2	20,8	16,0 vH.

Als unterer Heizwert ergaben sich im Kalorim 3838 kcal/m³, wovon 3058 kcal/m³ = 79,7 vH in dem Versu kessel, einem Einflammrohrkessel ohne Überhitzer, in der F von Dampf nutzbar gemacht wurden. Die am Kesselende nommene Abgasprobe ergab 4,5 vH CO_2 und 7,0 vH O.

1 m³ Frischgas der obigen Zusammensetzung ergibt bei Verbrennung ohne Luftüberschuß 30,4 Raumteile CO_2, was ei Kohlenstoffgewicht von 0,163 kg entspricht. In 1 m³ Rauch von 4½ vH CO_2 sind 0,0241 kg Kohlenstoff enthalten. Abb. stellt das im Frischgas enthaltene Kohlenstoffgewicht d gestrichelte Linie parallel zur wagerechten Achse dar. Kohlenstoffgewicht in der Rauchgasmenge wird durch den Achsenschnittpunkt des Bildes ansteigenden Strahl begre Da keine Verluste durch Unverbranntes festgestellt wur müssen beide Gewichte einander gleich sein, was im Sch punkt beider Linien der Fall ist. Die Rauchgasmenge für 1 m³ Frischgas ergibt sich also mit 6,75 m³. Mit dieser Zahl läßt sich das Schaubild in der früheren Weise vollenden. Man findet damit einen Feuerungswirkungsgrad von 100 vH und die genauen Schornsteinverluste. Ähnlich läßt sich das Verfahren auf Generatorgas oder Gichtgas anwenden.

Der Zweck dieser in dem Rahmen eines kurzen Vortrages zusammengefaßten Ausführungen konnte nicht sein, besondere bestimmte Zahlenwerte aus Sonderfällen, die sich auf andre Verhältnisse nicht ohne weiteres übertragen lassen, mitzuteilen. Es sollte vielmehr gezeigt werden, mit welchen Mitteln versucht worden ist, über die eingangs geschilderten Schwierigkeiten hinweg zu kommen, welche Darstellungsart dabei gewählt wurde und welche immerhin wertvollen Einblicke in den Gang der wirklichen Verbrennung dabei gewonnen werden können. Auch die Streiflichter auf die Frage der Zündgewölbe dürften neuartig sein. Die Mitarbeit weiterer Kreise für dieses noch verhältnismäßig unerforschte Gebiet und für die andern angeschnittenen Fragen anzuregen, war hauptsächlich der Zweck dieser Ausführungen. [B 585]

Abb. 21. Gesamte erzeug Wärme in vH des Heizwert bei Versuch 1 bis 7[1]).

[1]) Abb. 21, auf S. 1036 vertau zeigt die Zunahme der Wä erzeugung, bezogen auf den Br weg der Gase, wobei sich der U schied der Rostbelastung d größere Streuung der Linien merkbar macht.

RUNDSCHAU.

Elektrotechnik.

. e 29. Jahresversammlung des Verbandes . eutscher Elektrotechniker in Dresden.

. Mit der diesjährigen Jahresversammlung des VDE wurde die . ündungsfeier des Verbandes begangen. Nach den üblichen vor- . enden Sondersitzungen des Vorstandes und Ausschusses und dem . Ortsverein, dem Dresdener Elektrotechnischen Verein, veranstalteten . ngsabend eröffnete der stellvertretende Vorsitzende, Geheimrat . Dr. Orlich, in Vertretung des zurzeit erkrankten ersten Vor- . den, Direktor Dr. Werner, die erste Vollversammlung am . ugust d. J. mit dem Bericht über die

Leistungen und Fortschritte der Elektrotechnik

. nd der verflossenen beiden Jahre. Es ergab sich diesmal eine . ährige Berichtspanne, da im Vorjahre die ebenfalls für Dresden . vorbereitete Jahresversammlung wegen der Unsicherheit der poli- . n und wirtschaftlichen Verhältnisse im letzten Augenblick ab- . t werden mußte.

. Aus diesem Berichte seien folgende wichtige Punkte hervorgehoben. . wissenschaftliche Forschung führte auf dem Gebiet der . osen Nachrichtenübermittlung zu einer beträchtlichen . ung der Telegraphiergeschwindigkeit und der zu überbrückenden . nungen. Eine einwandfreie Verständigung wurde durch die Ver- . ung kurzer Wellen von etwa 70 m zwischen Nauen und Buenos . erzielt. Im Rundfunkwesen wurden die Sender und Empfänger . hend verbessert. Erwähnenswert sind hier die neuen Mikro- . : Bändchenmikrophon, Kathodophon und Kondensatormikrophon . die Verbesserung der Hochfrequenzverstärker, der abgestimmten . eln, Siebketten usw. In der Baustoffkunde führten die Unter- . ngen zur Herstellung magnetisch hochwertiger Legierungen, zur . nnung reinsten Eisens, reinsten Nickels sowie — allerdings noch . praktisch verwertbar — zur synthetischen Herstellung des Schel- . kes.

. ber die technischen Fortschritte gedachte der Bericht- . ter zunächst des Ausbaues des deutschen Fernkabelnetzes, . erufen ist, im internationalen Fernverkehr einmal eine wichtige . zu übernehmen, sowie der für den Weitverkehr erforderlichen . rkerämter. Die wichtigsten deutschen Wirtschaftszentren wie . furt a. M., Hamburg, München, Königsberg i. Pr. und das große . isch-westfälische Industriegebiet sind nun untereinander und mit . durch eine ausreichende Zahl einwandfreier Kabelfernsprechleitun- . erbunden, womit die Aufgabe, durch Kabel einen Sprechverkehr . nehr als 1000 km durchzuführen, gelöst worden ist.

. Der dem Handbetrieb der Fernsprechämter technisch und wirt- . lich überlegene Selbstanschlußbetrieb hat schnelle . hritte gemacht. Er ist in München, Leipzig (Leipzig-Mitte mit . 0 Anschlüssen das größte Wähleramt Europas), Stuttgart, Aachen, . n, Dessau u. a. m. durchgeführt und in mehreren andern Groß- . n des Deutschen Reiches in Vorbereitung. Die Anwendbarkeit . elbstanschlußbetriebes für den Fernverkehr wurde durch die er- . che Einschaltung des Fernamts Weilheim nachgewiesen.

. n weiteren Fortschritten in der Nachrichtenübermittlung wurde . tarke Ausbreitung des Siemens-Schnelltelegraphen im Ausland . nt, ferner die Multiplex-Telegraphie, die Tonfrequenz-Telegraphie, . ne bessere Ausnutzung bestehender und einen wirtschaftlicheren . u neuer Leitungsanlagen ermöglicht, sowie endlich die wachsende . eitung des Rundfunks und drahtlosen Überseeverkehrs. Den Elek- . tswerken wurde durch den Funkspruch über ihre Betriebsleitungen . rtvolles Mittel zu erhöhter Wirtschaftlichkeit an die Hand gegeben.

. inen breiten Raum nehmen die technischen Fortschritte in der . kstromindustrie ein. Im Vordergrund steht der Kraft- . bau mit seinen Einrichtungen. Eine Reihe nach neuesten An- . ngen entworfener Großkraftwerke ist in Betrieb gekommen oder . im Bau. Bedeutende Erweiterungen bestehender Werke sind zu . hnen.

. er Bau größerer Einheiten von Turbodynamos und die Steigerung . ermischen Wirkungsgrades wurden verfolgt. Einmal wurde der . ngsgrad der Turbine an sich erhöht, wobei die eingehäusige Bau- . fgegeben und mehrgehäusige Maschinen aufgestellt wurden, er- . höhere Drucke und Temperaturen zur Anwendung kommen und . lich das Speisewasser mittels Anzapfdampfes, der den Turbinen . eigneten Stellen entnommen wird, vorgewärmt wird.

. ie Bestrebungen der wärmewirtschaftlichen Verbesserung der An- . bewegen sich weiterhin in der Richtung, die Stromerzeugung mit . edürfnissen der verschiedenartigen Industrien wärmewirtschaftlich . knüpfen. Neben der schon erwähnten Verwendung von Anzapf- . zur Speisewasservorwärmung kommen hier die verschiedenen Ver- . zum Ausgleich von Kraft- und Wärmeschwankungen, also z. B. . speicher und Speiseraumspeicher, in Betracht. Alle die dahin . den Gedanken kommen erst mit der Steigerung des Betriebs- . s für Kessel und Turbine zu voller Auswirkung. Von Anwen- . auf Betriebe kleineren Umfanges abgesehen, harren sie noch . r wirtschaftlicher Zeiten, um nachhaltig in die Tat umgesetzt zu . . Mit der Konstruktion von Hochdruckkesseln ist einstweilen . fang hierzu gemacht worden.

. ie fortschreitende Zusammenballung der Stromerzeugung hat eine . nung der Übertragungsweiten der Fernleitungen für große . gen zur Folge gehabt. Die Gesamtlänge der 100 kV-Leitungen beträgt heute schon rd. 4000 km und wird im nächsten Frühjahr eine erhebliche Vergrößerung erfahren. Für eine etwaige Erhöhung der Übertragungsspannung auf 220 kV hat die deutsche Industrie Vorarbeiten und erfolgreiche Versuche durchgeführt.

In der Verwendung von Aluminium- und Stahlaluminiumseilen zu Fernleitungen bestehen technische Schwierigkeiten nicht mehr. Unter der Mitwirkung des Metall-Wirtschaftsbundes hat der VDE die Normung der Stahlaluminiumseile nach Maßgabe des günstigsten Anteilverhältnisses zwischen Stahl und Aluminium durchgeführt.

Den von den Netzen höchster Spannung an den Überstromschutz gestellten Anforderungen ist man durch weitere Verbesserung der Einrichtungen gerecht geworden. Gute Erfahrungen sind mit den Anordnungen gesammelt worden, die aus seit Jahren erprobten Einzelgliedern (Relais) zusammengebaut sind.

Wie in der Freileitungstechnik, so sind auch in der Kabeltechnik im Laufe der beiden letzten Jahre erhebliche Fortschritte gemacht worden. Durch Ausbildung der H-Kabeltype gelang es, betriebsichere verseilte Drehstromkabel bis 60 kV herzustellen und im In- und Ausland in Betrieb zu nehmen. Die neuesten Bestrebungen gehen dahin, Einfachkabel für Spannungen bis 100 kV zu bauen.

Auf dem Gebiete der Quecksilberdampf-Gleichrichter hat der Großgleichrichter in Metallgefäßen sein unteres Arbeitsgebiet größtenteils an die Glasgleichrichter abgetreten, deren Größe von 250 A je Gefäß in vereinzelten Fällen durch Unterbringung in einem Ölbade schon auf 500 A gesteigert worden ist, während Metallgleichrichter für 2000 A im Bau und in das Gebiet der höheren Spannungen, besonders für Bahnzwecke, eingedrungen sind. Eine Reihe von 1200 V-Anlagen für Bahnen wurde in Betrieb genommen, solche für 1650 V sind im Bau.

Die Straßenbahnverwaltungen konnten infolge der Festigung der Währung dazu übergehen, ihre Betriebsanlagen gründlich zu ergänzen und zu erneuern, woraus der elektrotechnischen Industrie eine lohnende Beschäftigung erwuchs. Auf dem Gebiete der elektrischen Hauptbahnen wurde das großzügige Elektrisierungsprogramm der deutschen Reichsbahn planmäßig weitergeführt. Es stehen zurzeit 625 km Streckenlänge mit 114 Lokomotiven in Betrieb. Weitere Strecken sind im Bau. Die Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen haben den elektrischen Betrieb mit Gleichstrom von 800 V und dritter Schiene auf der Strecke Stettiner Bahnhof—Bernau aufgenommen.

Im Elektromaschinenbau wurde der Verbesserung des Leistungsfaktors große Aufmerksamkeit zugewandt. Die Mittel bestehen in der Anwendung von Synchron-Blindleistungsmaschinen, Drehstrom-Erregermaschinen für Leonard-Umformer, Walzenstraßen und ähnliche Antriebe und von synchronisierten Asynchronmotoren. Für kleinere Leistungen fanden kompensierte Motoren mit Drehstrom- und Gleichstromerregung weite Verwendung. Das Studium der Betriebsbedingungen der Arbeitsmaschinen hat zum weiteren Ausbau der elektrischen Antriebe geführt. Der Einzelantrieb der Arbeitsmaschinen setzte sich erfolgreich durch, wobei vornehmlich die Antriebe durch Einschränkung der Betätigungshandgriffe vervollkommnet wurden. Einen besonderen Platz nimmt mit Rücksicht auf die nicht mehr aufzuhaltende Entwicklung der die unwirtschaftlichen Dampfschiffe verdrängenden Ölmotorschiffe die elektrische Übertragung auf Schiffen ein.

Einen nicht minder nachhaltigen Fortschritt machte in den beiden Berichtjahren die Versorgung der Landwirtschaft mit elektrischem Strom, der nunmehr auch dem Mittel- und Kleinbesitz durch die weitere Durchbildung der für die unmittelbare Kupplung mit den Arbeitsmaschinen geeigneten Motoren und Triebwerke nutzbar gemacht wurde. Das Elektrofutterverfahren erhielt durch Anwendung von Gruben an Stelle der turmartigen Behälter eine Verbesserung. Die mit der Motorbodenfräse gewonnenen Erfolge eröffnen für deren elektrischen Antrieb ein aussichtsreiches Feld.

Schließlich wies der inhaltreiche Bericht noch auf die neuere Entwicklung der elektrischen Heizung in Haushalt und Industrie mit ihren Vorzügen der kurzen Anheizzeiten und stärkeren Beheizung, ihrer Bequemlichkeit und Sauberkeit hin, Vorzüge, die ihr Eingang in die Großküchen, Nahrungsmittel- und Süßwaren-, Papier- und Textilindustrie verschafft haben. Der hier vielfach verwendete Elektrodampfkessel, heute für große Leistungen bis zu mehreren 1000 kW gebaut, ermöglicht in Verbindung mit Dampfspeichern die Ausnutzung der billigeren Nachtenergie.

Von den auf der Jahresversammlung gehaltenen Vorträgen behandelten mehrere das Schwachstrom- und physikalische Gebiet, während das Starkstromgebiet diesmal nur durch einen, indessen äußerst wichtigen Vortrag vertreten war. Allerdings spielt die Verwendung der

Elektrizität in der Medizin,

die durch Vorträge von Dr. Großmann, Berlin, über den heutigen Stand der Röntgentechnik und von Dr. Holthusen, Hamburg, über die Erfahrungen in der Anwendung elektromedizinischer Apparate behandelt wurde, schon in das Gebiet des Starkstroms hinüber.

Dr. Großmann wies u. a. darauf hin, daß an die Stelle der inkonstanten Ionen-Röntgenröhre die konstante Glühkathoden-Hochvakuum-Röntgenröhre getreten sei und die Induktorapparate ihr Feld den Transformatorenapparaten räumen mußten. Die vollkommenste Röntgeneinrichtung für Therapie sei der Apparat für die Erzeugung kontinuierlicher konstanter Gleichspannung. Einen großen Fortschritt habe die Röntgendosimetrie gemacht. Der Kranke, der Arzt und das Bedienungspersonal müßten vor ungewollter Röntgenbestrahlung, vor nitrosen Gasen, Ozon

und vor Hochspannung geschützt werden. Der Vortragende wies hier besonders auf den Siemens-Bestrahlungskasten hin.

Prof. Holthusen betonte, daß die Elektrotherapie durch die Hochfrequenzbehandlung und Diathermie eine Erweiterung erfahren habe, und besprach die Strahlentherapie nach einheitlichen Gesichtspunkten unter Zugrundelegung der Quantengesetze.

Professor Born, Göttingen, dem die Wissenschaft der

Atomforschung

eine große Förderung verdankt, verstand es meisterhaft, dieses schwierige Thema in gemeinverständlicher, doch streng wissenschaftlicher Form der Zuhörerschaft näher zu bringen und ihr eine plastische Vorstellung vom Atombau auf neuzeitlicher Grundlage zu verschaffen. Man stelle sich mit Rutherford das Atom als ein Planetensystem vor[1]), dessen Sonne, der positive Atomkern, von einer Schar negativer Elektronen als Planeten umkreist sei. Für das Vorhandensein dieser Elektronen liegen physikalische Beweise vor. Die von Niels Bohr begründete Atomtheorie habe bereits namhafte Erfolge durch die Vorhersage unbekannter Erscheinungen gehabt und sei durch Max Planck und Albert Einstein weiter ausgebaut worden. Wenn man auch die Erfolge rein wissenschaftlich anerkennen müsse, so dürfe aber nicht verschwiegen werden, daß das Vorstellungsbild vom Atom nur eine sehr grobe Skizze sei, die noch weitergehender Verfeinerung bedürfe.

Ministerialrat Kruckow behandelte in seinem Vortrag über die neuzeitliche deutsche

Entwicklung des Fernsprechämterbaues

für den Orts- und Fernverkehr vornehmlich den heute unaufhaltsam fortschreitenden Ausbau der Selbstanschlußämter, die die Kosten und den Raumbedarf der Ämter gegenüber den Handbetriebämtern verminderten. Ein Handbetriebamt mit 10 000 Anschlüssen und mittlerem Verkehr erfordere z. B. während der Hauptbetriebstunden die gleichzeitige Anwesenheit von 110 Beamtinnen, demgegenüber für ein Selbstanschlußamt unter den gleichen Bedingungen 12 bis 15 Personen genügten. In den reinen Fernverkehr habe der Wählerbetrieb noch nicht Eingang gefunden, doch seien die technischen Mittel gegeben, wie ein Versuch zeige, der gestattet, von einer Sprechstelle in Dresden die Teilnehmer im Selbstanschlußamt Zehlendorf bei Berlin (rd. 200 km) und in Leipzig (rd. 120 km) wahlweise anzurufen. Gestatte die Entwicklung unsrer wirtschaftlichen Verhältnisse die Fortführung der Umwandlungsarbeiten im gleichen Umfange, wie es in den letzten Jahren zu ermöglichen war, so könne man damit rechnen, daß die Umstellung auf den Selbstanschlußbetrieb in 10 bis 15 Jahren abgeschlossen sei.

Der Vortrag von Prof. Binder befaßte sich mit dem augenblicklich bedeutungsvollen Thema der

elektrischen Stoßprüfung,

über deren Vorgänge der Vortragende im Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule Dresden eingehende Untersuchungen angestellt hat. Die bisher übliche Niedrigfrequenzprüfung wies mancherlei Mängel auf und wird zweckmäßig durch die sogenannte Stoßprüfung ersetzt, deren Wirkung schon bei Anwendung von sechs Schlägen der Niedrigfrequenzprüfung gleichwertig ist. Die Prüfbedingungen für die Isolierstoffe können bei der Stoßprüfung wesentlich schärfer gewählt werden.

Der Vortragende legte zunächst dar, welche Gründe und Erscheinungen maßgebend waren, Isolatoren der elektrischen Stoßprüfung zu unterwerfen. Hauptsächlich im Zusammenhange mit Gewittern entstehen elektrische Wellen, die mit Lichtgeschwindigkeit über die Leitungen eilen und so jeden Isolator plötzlich unter sehr hohe Gleichspannung setzen. Dabei kann die Spannung weit über den Wert, der bei der üblichen Wechselstromprüfung zum Überschlag führt, hinaus ansteigen, da wegen des Entladeverzugs der Überschlagfunke eine gewisse Zeit zur Ausbildung braucht und erst dann den weiteren Spannungsanstieg abschneiden kann. Die Spannung erreicht dabei leicht einen Wert, der den Durchschlag herbeiführt; man hat daher die Forderung erhoben, die Isolatoren mit plötzlich ansteigender Gleichspannung zu prüfen. Es sind bereits eine Reihe eingehender Arbeiten auf diesem Gebiet bekannt geworden; trotzdem gingen gerade in den wichtigsten Punkten die Meinungen noch weit auseinander.

[1]) Vergl. v. Laue, Z. Bd. 68 (1924) S. 769.

An einer Versuchsleitung wurden Messungen vorgenommen die Länge und Form des Kopfes der mittels Zündfunken eingel… Wellen und auch über die Höhe der auftretenden Spannungen i… hängigkeit von der Leitungslänge. Es ergab sich, daß bei den … Frage kommenden Längen von 30 m und darunter die Bilder f… Spannungsverteilung ganz andre sind, als sie sich unter der An… von Rechteckwellen ergeben mußten. Bei ganz kurzen Leitunge… einigen Metern Länge) kommen Schwingungen überhaupt nicht me… stande. Der scheinbare Widerspruch gegenüber der Tatsache, d… den Hertzschen Erregern doch viel kürzere Gebilde schwingen, klä… so auf, daß in letzterem Falle die nötigen „aktiven" Funken mit … Spannungsüberschuß gebildet werden.

Eine besondere Schwierigkeit bei den Versuchen lag darin… Spannungsstöße gemessen werden sollten, die nur 10^{-8} s und no… ringere Zeit andauern. Durch Sonderversuche mußte daher festg… werden, inwieweit überhaupt eine Messung möglich sei und auf … Weise sie am besten durchgeführt würde. Durch Analysierun… Leitungswellen mittels eines Lechersystems und Vergleich mit de… gaben von Meßfunkenstrecken gelang der Nachweis, daß letztere … Bestrahlung mit Radium vom Entladeverzug befreit werden k… Die Dauer eines einzelnen Stoßes betrug schließlich nur noch 3·1… dabei ist dann die Grenze für die Verwendung von Meßfunkenstr… überhaupt erreicht, weil dann die Funkenfäden so dünn werden, d… kaum noch sichtbar sind.

Sodann wurden die in der Praxis verwendeten Prüfschaltunge… gleichenden Versuchen hinsichtlich ihrer Arbeitsweise und der e… baren Stoßwirkung unterworfen. Dabei ergaben sich kennzeich… Unterschiede der verschiedenen Anordnungen, insbesondere zeigte… daß die Länge der Versuchsleitung von maßgebendem Einfluß ist… Stoßüberschlagspannung ist nicht ein eindeutiger Wert, sondern … durch schnelleres Ansteigenlassen der Prüfspannung in die Höh… trieben werden. Die erreichbaren Werte sind aber bei kurzer L… höher als bei langer Leitung, weil im ersteren Fall fast unmittelba… wenig abfallende Kondensator als Stromquelle dient, während bei … rer Leitung diese zunächst den Strom aus ihrer eigenen Ladu… liefern hat und daher in der Spannung abfällt. Hiermit erklären… manche Widersprüche, die bei praktischen Versuchen zutage ge… sind.

Im Vortragsaal war die bei den Versuchen verwendete Modell… aufgestellt, und es wurden daran auch die wichtigeren Versuche … das Verfahren bei der Stoßprüfung von Isolatoren von Prof. … vorgeführt.

Die Tätigkeit des Verbandes im Berichtsjahr, übe… Generalsekretär Schirp berichtete, war überaus lebhaft und e… reich. Der diesjährigen Jahresversammlung konnten seitens der … missionen und Ausschüsse 17 Anträge über Arbeiten in Form von… schriften und Regeln vorgelegt werden. Außerdem wurden 16 DIN-… Normenblätter, hauptsächlich aus dem Gebiet des Installationsw… angenommen. Unter den neuen Verbandsarbeiten, denen die Vers… lung ihre Zustimmung erteilte, befinden sich „Leitsätze für Erdu… und Nullung in Niederspannungsnetzen", „Leitsätze für den Bau un… Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundfunkempfang", … schriften für elektrische Heizgeräte und elektrische Heizeinrichtu… sowie die „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektri… Bahnmotoren und sonstigen Maschinen und Transformatoren auf … fahrzeugen".

Den Abschluß der Jahresversammlung bildete eine Reihe von … nischen Besichtigungen. So wurden in getrennten Gruppen folgend… lagen besucht: Das Großkraftwerk Hirschfelde der Staatlichen Sä… schen Elektrizitätsversorgung, deren Umspannwerk Chemnitz, das … suchsfeld der Firma Hermsdorf-Schomburg Isolatoren G. m. b. … deren Porzellanfabrik Freiberg i. Sa., die erste Anlage dieser A… Europa, das Schleuderbetonwerk Cossebaude bei Dresden sowie en… die Staatliche Porzellanfabrik Meißen.

Zum 1. Vorsitzenden des Verbandes Deutscher Elektrotech… wurde für das neue Verbandsjahr Direktor Dr. R. Werner wied… wählt und als Ort der nächsten Jahresversammlung Danzig besti…

[N 750] Zehn…

Aus dem Ausland.

Wasserkraftmaschinen.

Große europäische Turbinen für japanische Wasserkraftanlagen.

Unter den zahlreichen, von Escher, Wyss & Cie. für Japan gelieferten Turbinen stehen, was die Größe der Leistung anbetrifft, diejenigen der Anlagen Kanidera und Yomikaki an erster Stelle. Wegen starker Schwankungen des Unterwassers sind in beiden Fällen einfache Spiralturbinen mit senkrechter Welle ausgeführt.

Abb. 1 und 2 zeigen die Maschinen von Yomikaki. Die Spirale mit 1600 mm Eintrittdurchmesser ist zur Erleichterung der Beförderung vierteilig ausgeführt. Die zur Versteifung des Gehäuses nötigen Stützschaufeln hat man in einem besondern Stahlgußring angeordnet, um spannungslose Gußstücke zu erhalten. Die 24 Leitschaufeln werden durch Außenregelung betätigt. Alle an bewegliche Teile angrenzenden Gehäusewandungen sind mit auswechselbaren schmiedeisernen Ringen bewehrt, die bei Abnutzung leicht ersetzt werden können. Das Laufrad besteht ebenso wie das Gehäuse aus Stahlguß. Zur Entlastung der Stopfbüchse ist der anschließende Raum durch Bohrungen in der Welle und… Radbefestigungsmutter mit dem Saugraum verbunden. Das … Saugrohrende mußte einbetoniert und durch Säulen gegen die K… sohle abgestützt werden, da sich sonst bei bestimmten Betriebszustä… starke Schwingungen einstellten. Die Hauptabmessungen sind:

Anlage		Kanidera	Yomik…
Anzahl der Turbinen		2	3
Gefäll	m	134	112,…
Wassermenge einer Turbine	m^3/s	25	16,8…
Leistung „ „	PS	38 400	22 00…
Umlaufzahl	Uml./min	300	360
Spezifische Umlaufzahl		129	146
Gehäuse aus		Blech	Stahlg…

(Schweizerische Bauzeitung, 10. Mai 1924.) [M 442]

Charlottenburg. Dipl.-Ing. K. Pante…

Bauingenieurwesen.

Hochstraßen in Amerika.

ür den voraussichtlichen Bedarf an breiten Straßenzügen und llverkehrslinien in dem Vorortgelände der Stadt Detroit hat die lverkehrskommission einen Hochstraßenplan vorgeschlagen. Der besteht darin, daß die Stadt, während die Bodenpreise in dem gelände noch niedrig sind, Geländestreifen für breite Straßen er- die je vier Schnellbahngleise, zwei Straßenfahrbahnen für Motor- und zwei solche für langsamen Verkehr enthalten sollen. Der erührt nicht nur die Belange der heutigen Stadt Detroit, sondern die einer Anzahl ländlicher Orte und unabhängiger Städte in der ung von Detroit, die schließlich einmal in einem Groß-Detroit aufgehen werden. Innerhalb der eigentlichen Stadt können breite Straßenzüge für Motorwagenverkehr nicht mehr angelegt werden, weil der Grunderwerb des bereits bebauten Geländes zu kostspielig sein würde.

Der Plan hat den Vorteil, daß er abgesehen von der großen Straßenbreite in der Mitte der neuen Straße auch Schnellbahnlinien, Abb. 3, vorsieht, die nach Bedarf in der Straßenebene gebaut werden können, daß also die Notwendigkeit, später Hochbahnen oder Untergrundbahnen bauen zu müssen, entfällt. Die Kosten solcher Schnellbahnlinien werden auf 700 000 \$/km geschätzt gegenüber 3½ Mill. \$/km für vier Untergrundgleise, so daß oberirdische wie unterirdische Schnellverkehrslinien von fünffacher Länge für dasselbe Geld gebaut werden können. In den bestehenden Straßen der inneren Stadt müssen natürlich Untergrundbahnen gebaut werden.

Der Plan braucht nicht als Ganzes sofort ausgeführt zu werden. Erst wenn die Bebauung der Vorstadtflächen sich zu entwickeln beginnt, wird die volle Breite des Straßenzuges nötig werden. Solange die Stadtentwicklung innerhalb der Zehnmeilenzone bleibt, glaubt man mit zwei Schnellbahngleisen auskommen zu können, die beiden weiteren Gleise sowie möglicherweise die inneren Fahrbahnen für Motorschnellverkehr können später hinzugefügt werden, bis schließlich der volle Bedarf eintritt, wenn die Geländeflächen der äußersten Zone zur Erschließung gelangen.

Abb. 3. Querschnitt mit geplanten Vorortstraßen mit Schnellbahngleisen.

Die Anordnung der Fahrbahnen für den Schnellverkehr sowie der Schnellbahngleise bildet eine Besonderheit des Planes. Sie soll so erfolgen, daß auf den Radialstraßen keine Störung durch kreuzenden Verkehr möglich ist. Die völlige Trennung vom Querverkehr wird dadurch erreicht werden, daß die Straßenfahrbahnen für den Motorschnellverkehr sowie der Bahnkörper für die vier Schnellbahngleise gegen die kreuzenden Straßen eine erhöhte Lage erhalten. Der Verkehr der kreuzenden Straßen soll unter dem Fahrbahnkörper in Abständen von etwa 800 m durch gewölbte Unterführungen, die gleichzeitig die Zugänge für die Haltestellen des obenlaufenden Schnellverkehrs aufnehmen sollen, hindurchgeführt werden. Fußgänger werden also die Schnellverkehrslinien nicht zu überschreiten brauchen.

Der Hochstraßenbezirk ist im allgemeinen in Flächen von etwa 23 km² eingeteilt derart, daß die Flächen an allen vier Seiten von

Abb. 1. Gesamtansicht der Turbine für die Anlage Yomikaki in Japan mit Dynamo.

Abb. 2. Schnitt durch Laufrad und Reglerventil der Yomikaki-Turbine.

Abb. 4. Einteilung des Hochstraßenbezirks.

geplante Hochstraßen. noch mögliche Hochstraßen.

Hochstraßen eingefaßt sind, A Der Hochstraßenplan erstreckt nicht auf die Durchfahrten inn der von den Hochstraßen einge ten Geländeflächen, der Pla zeichnet es jedoch als wüns wert, daß die Zwischenstraße an der Meilenteilung liegen, breit, die an der Halbmeile breit werden. Wenn die M straßen eine Breite von 36,5 halten, wird es möglich sein, die Verkehrsbedingungen es fertigen, sie in Straßen mit Sc verkehr umzuwandeln in der V daß sie gegenüber den Halbm querstraßen erhöht werden, w bei den Hochstraßen selbst v sehen ist.

Man sieht aus diesem Plan welchen verwickelten und kos ligen Aufgaben des Städtebau gewaltige Anhäufung des durc Citybildung verursachten Ver führt, die uns beinahe abenteu erscheinen wollen[1]).

[M 621]

[1]) vergl. „Engg. News-Rec." (1924) Nr. 25.

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuth[straße], Abteilung Sortiment, bezogen werden.

Anleitung zur Berechnung einer Dampfmaschine. Von R. Graßmann. 4. Aufl. Berlin 1924, Julius Springer. 643 S. mit 471 Abb. und 2 Tafeln. Preis Gm. 28.

Gegenüber der in Z. Bd. 58 (1914) S. 507 besprochenen dritten Auflage hat das vorliegende Werk neben einer durchgreifenden Neubearbeitung und Erweiterung des Haupttextes — in dem die Berechnung einer $110\ PS_e$-Dampfmaschine durchgeführt wird — eine Vermehrung der „Anhänge" von 9 auf 25 erfahren. Diese Anhänge ergänzen in ausführlicher, lehrhafter Form die Darlegungen des Haupttextes und vermitteln die zum vollen Verständnis und zur Kritik der Konstruktionsgrundlagen erforderlichen Kenntnisse.

Die Erweiterungen beziehen sich hauptsächlich auf die Berechnung und den Entwurf der Verbundmaschinen und Steuerungen und auf die Vorausberechnung des Dampfverbrauches.

Da der beträchtliche Umfang des Werkes und die Weite des dargestellten Gebietes näheres Eingehen auf den Inhalt verbieten, so seien für den praktisch tätigen Dampfmaschinen-Ingenieur als besonders wertvolle Kapitel hervorgehoben: die Ableitung der Daumensteuerung aus einer Schiebersteuerung mit gleichem Drosselweg; die von Graßmann überhaupt erstmalig in der Literatur durchgeführte Untersuchung über die Wirkung kurzer, schrägziehender Steuerungsstangen auf den Füllungsausgleich; die auch für den Gasmaschinen-Ingenieur interessante Geometrie und Dynamik der Daumengetriebe, die Verluste durch Wärmeaustausch, die neuen Raumdiagramme für Verbundmaschinen und deren Leistungsänderung bei gleichbleibender Niederdruckfüllung.

Schon die Aufzählung dieser aus oben genanntem Grunde herausgegriffenen Abschnitte dürfte über den reichhaltigen Inhalt des Buches, das auch die Berechnung der Dampfmaschinen-Elemente (Schubstange, Kreuzkopf usw.) bringt, Aufschluß geben. Die Absicht des Verfassers, durch Stellung einer Entwurfsaufgabe den Studierenden mit der Verschiedenartigkeit der Konstruktionsbedingungen, mit der Vielgestaltigkeit der Konstruktionslösungen bekannt zu machen, ihn dadurch in das Wesen technischer Gestaltung einzuführen und zur Kritik zu erziehen, ist vortrefflich gelungen. Die Sprache ist treffend und einfach, die Abbildungen sind übersichtlich und beschränken sich auf das Wesentliche.

Die schon bei Besprechung der dritten Auflage hervorgehobene Selbständigkeit der Auffassung, die Freiheit des Verfassers von alteingewurzelten Ansichten sind bezeichnend für die Eigenart des Buches und machen das Studium mancher Kapitel — so namentlich desjenigen über Wärmeaustausch — besonders reizvoll. Die Auseinandersetzung mit den vielfach neuartigen Gedankengängen des Verfassers führt zu einer Änderung oder Vertiefung der eigenen Anschauungen, immer aber zu einem Gewinn. Den Studierenden unterrichtend, den erfahrenen Ingenieur anregend, darf das Werk der verdienten Verbreitung sicher sein. [E 687] H. Dubbel.

Feuerungstechnische Rechentafel. Nach Dipl.-Ing. Rud. Michel. Zum praktischen Gebrauch für Dampfkesselbesitzer, Ingenieure, Betriebsleiter, Techniker usw. 3. Aufl. München und Berlin 1924, R. Oldenbourg. Preis Gm. 2,50.

Lehrbuch der Hydraulik für Ingenieure und Physiker. Von Dr.-Ing. Th. Pöschl. Berlin 1924, Julius Springer. 192 S. m. [Abb.] Preis Gm. 8,40, geb. Gm. 9,30.

Großzahlforschung: Grundlagen und Anwendungen eines neuen Ar[beits]verfahrens für die Industrieforschung mit zahlreichen praktischen [Bei]spielen. Von Dr.-Ing. K. Daeves. Düsseldorf 1924, Verlag S[tahl]eisen m. b. H. 29 S. m. Abb. (Sonderheft der Fachausschüsse [des] Vereins deutscher Eisenhüttenleute: Werkstoffausschuß, Bericht N[r.]

Erläuterungen zu den Vorschriften für die Errichtung und den Be[trieb] elektrischer Starkstromanlagen, einschließlich Bergwerksvorschr[iften] und zu den Merkblättern für Starkstromanlagen in der Landwirts[chaft]. Von Dr. C. L. Weber. Berlin 1924, Julius Springer, 14. neub[earb.] Aufl. 281 S. Preis Gm. 4,50.

Isolierte Leitungen und Kabel. Erläuterungen zu den Normen für [iso]lierte Leitungen in Starkstromanlagen und Fernmeldeanlagen, den [Nor]men für umhüllte Leitungen und den Kupfernormen. Von Dr. R. A[...] 2. Aufl. Berlin 1924, Julius Springer. 140 S. Preis Gm. 6,90.

Lokomotiven, Wagen und Bergbahnen. Geschichtliche Entwicklun[g] der Maschinenfabrik Eßlingen seit dem Jahre 1846. Von Dr.-Ing. [...] Mayer. Berlin 1924, VDI-Verlag. 245 S. m. 240 Abb. und 16 Ta[f.] Preis Gm. 25 (s. Z. Nr. 37 S. 976).

Deutsche Reichsbahn, Sammlung von Schriften für die Werkstä[tten] Heft 8. **Anweisung für die Ausführung von Zeitaufnahmen in E[isen]bahn-Ausbesserungswerken.** Herausgegeben vom Eisenbahn-Zen[tral]amt Berlin. August 1924, Verlag Technischer Zeitschriften H. A[...] Berlin. 15 S. m. 7 Anl. Preis Gm. 3.

Die Deutsche Schriftgießerei. Eine gewerbliche Bibliographie. [Von] Dr. O. Jolles. Privatdruck auf Veranlassung der Schriftgie[ßerei] H. Berthold A.-G. in Berlin, 1923. Preis Gm. 24.

Teer-Adreßbuch des Deutschen Reiches mit Auslandsanhang. F[...] adreßbuch für die gesamte Teer-Industrie, deren Erzeugnisse, Ne[ben]produkte und den Handel. Von C. Jahn u. Dr. O. Markfe[ldt]. Berlin 1924, Mundus Verlagsanstalt G. m. b. H., Charlottenburg. 3[...] Preis Gm. 30.

Deutschland in der Weltwirtschaft. Jubiläumsschrift der Deuts[chen] Weltwirtschaftlichen Gesellschaft e. V. anläßlich des 10jährigen [Be]stehens. Von Postrat Dr. M. Roscher. (Sonderdruck der D[eut]schen Allgemeinen Zeitung.) Berlin 1924, Selbstverlag der Deuts[chen] Weltwirtschaftlichen Gesellschaft, Berlin-Friedenau.

Bücherei für Industrie und Handel, Bd. 2: **Reklame.** Von H. Ber[...]mann. Berlin 1923, Industrieverlag Späth & Linde. 281 S. m. Abb. Preis Gm. 13,50, geb. Gm. 15.

Bücherei für Industrie und Handel, Bd. 5: **Die Organisation der [Re]klame.** Von Dr. E. Lysinski. Berlin 1924, Industrieverlag S[päth] & Linde. 121 S. m. Abb. Preis Gm. 4,50, geb. Gm. 5,50.

Schriften der Vereinigung der deutschen Arbeitgeberverbände e. V. [...] **Die Arbeitszeitfrage in Deutschland.** Eine Denkschrift, veranlaßt [von] der Vereinigung der deutschen Arbeitgeberverbände. Berlin 1924, [...] Zillessen (Heinrich Beenken). 173 S. Preis Gm. 3,50.

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

NR. 43 | SONNABEND, 25. OKTOBER 1924 | BD. 68

I N H A L T:

Die Schönheit des Ingenieurbaues.

Von Prof. A. Stürzenacker, Karlsruhe.

Vervollkommnung des Ingenieurbaues auch nach der schönheitlichen Seite ist eine Forderung der gegenwärtigen Zeit. Diese Schönheit soll sich zunächst in den Beziehungen des Einzelwerks zu der Umgebung ausdrücken in Linie, Farbe und Fläche, dann am Werk selbst: Wahrheit im technischen Aufbau und Wahrheit im Ausdruck des Baustoffs ohne sogenannte Verzierung oder Ornamentenkunst. Bei Wasserkraftanlagen vereint sich der Begriff „Schönheit" mit Heimatschutz und Heimatsinn. Man muß den schaffenden Ingenieur wie auch die Allgemeinheit nach dieser Richtung hin vervollkommnen; nicht zuletzt ist das Aufgabe des Staates.

Bedeutung der Frage für die Gegenwart.

Mehrfach ist das Gebiet der schönheitlichen Wirkung der Ingenieurbauten angeschnitten worden, wohl aus dem Gefühl heraus, daß das, was geschaffen wurde und was ge-
ffen wird, äußerlich nicht
er befriedigt, auch darum,
e im Krieg und seit dessen
e große Werke des In-
eurbaues in einem Maße
Gedanken reiften und zum
schon in Wirklichkeit,
für die Ebene, bald für
Gebirge, bald gemeinsam
beide geschaffen wurden,
eine Betrachtung auch nach
er Seite rechtfertigt. Solche
führungen pflegten indessen
die negative und positive
kung einzelner Bau-
e in den Vordergrund der
eachtung zu stellen, die
tive insofern, als sie in
und Wort zum Ausdruck
gen, was nicht gut wirkt,
e positive in der Betonung
en, was sich sehen lassen
. Die etwa den Darlegun-
dienenden Grundsätze und
dsätzlichen Überlegungen,
solche überhaupt vorhan-
waren, sind indessen nicht
eteilt; da und dort ist wohl
hlsmäßig ein gutes oder
chtes Urteil gefällt; ein
nschaftlich geordneter Auf-
dieses Urteils und eine
näßige Begründung, wes-
fehlt. Solange man diese
matik nicht hat, werden
terungen über den Gegen-
immer unfruchtbar für
re Kreise bleiben; sie
en als Einzelbeispiele zwar
eich und anregend zum Leser sprechen, nicht aber als Pro-
selbst. In solche Gedankengänge Ordnung zu bringen, soll
k dieser Darstellung sein.

Der Einwand mag nicht ausbleiben, daß die arme Gegen-
nicht zum Aufrollen solcher Erwägungen berufen sei, daß sie vielmehr praktische Arbeiten leisten möge, auch der nicht, daß es mitunter Eigenart einer schöpferisch nicht stark fruchtbaren Zeit sei, sich mit theoretisierenden Aufgaben zu befassen. Wollte man den ersten Einwand gelten lassen, so bedeutete das die Absage an das Kulturempfinden weiter Kreise des Volkes, es bedeutete das Begraben der doch nicht in den schlechtesten Kreisen lebendigen und für die Heimat werbenden Bestrebungen; es bedeutete schließlich, daß die Fragen des Ingenieurbaues auf Hoch- und Bauschulen lediglich mit Rücksicht auf den Verkehr, die Technik, die Statik und andere reale Grundelemente erörtert würden, und das Heranziehen der Jugend in der nüchternsten Prosa ihres Berufes in einer Zeit, in der doch mehr als je Kultur und Ideale notwendig sind.

Brücke über die Hubertusschlucht bei Boppard.

Die vorurteilslose Betrachtung der Gedankengänge erfordert, zumal wenn diese Gedankengänge von Karlsruhe aus geäußert werden, daß auch eines Mannes gedacht wird, Baumeisters, des Altmeisters des Ingenieurbaues auf den verschiedensten Gebieten; er war es, der schon vor 58 Jahren in fein empfundener Weise auf den Zusammenhang zwischen Ingenieurbauwerk und Landschaft hinwies und in seinem Buch „Architektonische Formenlehre für Bauingenieure" auch das Wesen der Landschaft, die Eigenart der in ihr wohnenden Menschen, den Eindruck der Natur auf den Menschen und auf das Menschenwerk behandelte.

Baumeister hat die Gedankengänge damals nach seinem Auge beleuchtet und in seinem Buche folgerichtig im einzelnen verarbeitet, wie er die Welt eben damals sah. Der Ruf ist ungehört geblieben; erst die neueste Zeit scheint sich wieder darauf zu besinnen, daß die höchste Vollendung des Ingenieur-

bauwerks nicht in seiner auf rechnerischer und wirtschaftlicher Grundlage allein aufgebauten Gestalt bestehe, sondern daß es sich der Menschheit auch in seinem äußeren Kleid in höchster Vollkommenheit zu zeigen und im Einzelfall auch so als eine Kulturtat zu offenbaren habe. „Den heutigen Gebildeten wie den Künstlern fehlt durchweg der Blick aufs Ganze; er umfaßt Himmel und Erde, den Menschen und die Landschaft, die tote und die belebte Natur in gleichem Maße". So die Worte Julius Langbehns, des literarischen Meteors am Ausgang des vergangenen Jahrhunderts; sie haben auch heute noch Geltung!

Auch die Zeit vor 100 Jahren war schwer, auch sie hat den Anlauf zu neuen Bahnen genommen, auch aus ihrer, durch die harten Schläge der Vergangenheit gewordenen Armut ist eine neue lebenskräftige, wenn auch einfache, für manche vielleicht nüchterne Auffassung hervorgegangen. Auch heute kann es darum nur von Vorteil sein, Erörterungen zu pflegen auf diesem Gebiete, vielleicht mit dem Erfolg, daß gerade aus der Härte der Zeit und dem Einschlag der Armut auch für die Werke des Ingenieurs sich neue Wege ausbauen, sich neue Grundsätze aufstellen lassen, die diesen von Vorteil sein werden und die nahelegen, sich mehr noch als bisher abzuwenden von der falschen Pracht vergangener Jahrzehnte, die noch immer lebt und die in vielen Fällen nicht Wahrheit der Erscheinung, sondern Theater und Kulisse war.

in dem einer inneren Befriedigung für den schönheitlich em denden Menschen über die Wirkung des sichtbaren Werkes?

2. Bejahendenfalls, gibt es Grundsätze für diese Ku
3. Wie äußert sich diese Kunst?

Es scheint auf den ersten Blick, als ob es Kunst auf di Gebiet überhaupt nicht gäbe; jedenfalls nicht in dem Sinne, auf dem Gebiete der Architektur, wo jedes Einzelwerk eben Ausdruck der Empfindung des Einzelindividuums ist. Wa auch soll in einer Talsperrenmauer Kunst stecken? Warum einer Brücke oder in einer Bergbahn? Sind das nicht ein Lösungen technischen Könnens, die man nur in dieser L finden kann, die man als technische Probleme allein hinneh muß, und die nur so und anders überhaupt nicht aussehen kön

Man denke sich über die leider teilweise verschwun Stromschnelle bei Laufenburg am Oberrhein anstelle der dem Wege eines deutsch-schweizerischen Wettbewerbes wonnenen und ausgeführten schönen Betonbrücke eine E brücke mit gebogenem Untergurt oder Horizontalträgern Diagonalstäben, die Hausmassive der Ufer verbindend! Bei örterung der Frage des schönheitlichen Aussehens einer na 70 m hohen und 300 m langen Talsperrenmauer in landschaf hervorragender Gegend wurde von dem Verfasser des Entw darauf aufmerksam gemacht, daß man über die schönheit Frage überhaupt nicht zu reden habe, da die Mauer ja techn

Tauberbrücken in Bronnbach und Lauda.

Über Kunst im Ingenieurbau allgemein.

Ingenieurbau und Hochbau sind wesensverwandte Gebiete; sie bauen auf Grundsätzen der Statik und Regeln der Bautechnik auf, sie reden eine stumme und doch eindringliche Sprache zur Umwelt, sie reichen sich die Hände da und dort, in Straßen- und Platzanlagen des Städtebaues, im Industriebau und auch sonst, mitunter erscheint deshalb auch ein Seitenblick nach dem Hochbau begründet. Ein geschichtlicher Vergleich der äußeren Ausdrucksform des Ingenieurbaues mit jenem des Hochbaues zeigt, daß der Hochbau in den vergangenen Jahrtausenden sich in durchaus unterwürfiger Weise der jeweils herrschenden Mode- und Stilrichtung anschloß.

Demgegenüber waren die Werke des Bauingenieurs stiller aber siegesbewußter, der Ingenieurbau ist sich in langen Jahrhunderten, von ausgesprochenen Prachtbauten abgesehen, mehr treu geblieben, wenngleich auch er mehr gefühls- als verstandesmäßig glaubte, bestimmte Richtungen einschlagen zu müssen, die man aber weniger als Stilrichtung denn als technischen Zeitgeist bezeichnen wird, gleichviel ob dieser Geist auch der Örtlichkeitsgeist war. Es war die Zeit ursprünglich der Verwendung der Erde, des Steins, des Holzes, später des Eisens und des Betons, in der neuesten Zeit auch des Eisenbetons. Das edle Haus von heute trägt schon an seinem Äußeren, in seiner Form, den Namen des Erbauers, das edle Werk des Ingenieurs aber soll zwar den wahren Zeitgeist und die Gedanken der weiter fortschreitenden, kühnen technischen Entwicklung verraten, in der Landschaft aber so stehen, als stünde es ewig, als habe es die Landschaft in Linie, Materie und Farbe selbst geformt.

Drei Fragen stehen zunächst in diesem Zusammenhang im Vordergrund:

1. Gibt es überhaupt eine Kunst des Ingenieurbaues, Kunst nicht in dem Sinn einer technisch glänzenden Leistung, sondern

statisch berechnet werde und ihr äußeres Gewand danach stimmt sei. Man mußte demgegenüber darauf aufmerk machen, daß man an der Möhnetalsperre einen andern Weg gangen habe, und daß der dort ausgeschriebene Wettbe Dutzende von Entwürfen vom Besten bis zum Allerschlimm zeitigte. Schließlich, um Deutschland nicht allein zu lasten, und um zu zeigen, daß Irrungen auf diesem Gebiet internationales Gut sind, seien noch die Druckrohrleitungen Kubelwerks bei St. Gallen genannt, die in der Linienführung technischen Abwechslung so außerordentlich wenig schön Berghänge überziehen. Das an sich als Bild schön wirk Pumpenhaus des Kraftwerks Biaschina mag den Schluß bi in dessen Äußerem ein Gedankengang sich ausspricht, der rein malerischen Gründen dem Hause den Charakter e kleinen Kapelle gibt und das Äußere dadurch in einen Ge satz zum inneren Wesen bringt. Hier fehlt die innere Wah der Kunst!

Man hat, und das gerade in einer Zeit, wo die Klärung diesem Gebiete zu reifen begann, die Frage gestellt, ob es i haupt eine Ingenieurbau**kunst** im Sinn einer dem schön empfindenden Menschen inneren seelischen Befriedigung g und ob es sich bei diesen Werken nicht vielmehr nur da handle, die ganze äußere Erscheinung und ihre äußere Form anderen Forderungen abzuleiten. Man kennt, wenn man Wort Ingenieurbaukunst weitestgehend faßt, auch den Städt einbegreift, den Kampf um den der Augustusbrücke in Dre zunächst gelegenen Platz, das italienische Dörfchen, den K um die Gestalt des Ulmermünsterplatzes.

Ingenieurbau ist Bildkunst und Farbenkunst.

Hausbaukunst will in der Nähe und räumlich erfaßt ein Haus als Kulturwerk genießen heißt, es im Äußern umg und im Innern besuchen, das Haus als Körper im Ganze

n einzelnen Teilen auf sich wirken lassen. Ingenieurbau- t ist, von Ausnahmen abgesehen, Fernkunst und Flächen- t in erster Linie, Körperkunst und Einzelkunst erst in er.

Kann man beim Studium von Vorarbeiten für ein Haus sich falls mit Modellen zufrieden geben, die in weiß, wie sie Gipser formt, nur das Raumhafte darstellen, so genügt das as Ingenieurbauwerk im allgemeinen nicht, es muß durch eine afte Darstellung ergänzt werden, in der auch die Umgebung die Farbe zum Ausdruck kommen. Es ist die von den Bergen al sich schlängelnde Linie des Schienenstrangs der Eisen- es ist, vom Tal gesehen, die in Serpentinen ansteigende der Landstraße, die auf die Höhe führt, es ist die fluß- rts verlaufende Linie der den Fluß künstlich säumenden ung der Mauer, die über dem Gelände erbaute oder am de liegende Hangleitung einer Wasserkraft, die auf estem Wege in gerader Linie auf den Berggipfel führende ahn für Personen oder Güter und die vom Wasserschloß ürzestem Wege nach dem Tal führende Druckrohrleitung. inie ist hier das Maßgebende.

Dazu kommt das sinnlich mit den Augen wahrgenommene enhafte und farbenreiche Bild: Die kleine rote, alte Stein- e mit vergilbt goldenem Heiligen in der Mitte, der Zug appelumsäumten Straße, die die grünenden Felder trennt, bene verbindet, darüber der lachend blaue Himmel; das erhafte verschwindet zunächst auf die Ferne, das Flächen- wirkt in seinen Farben. Oder die über den tiefen Tal- nnitt führende granitgraue Brücke der Eisenbahn, beider- umsäumt von eng anstoßenden Bergen, diese im Grün der en mit dem düstern Grau des Himmels, das Bild der nienbepflanzten breiten Prachtstraße, die im Hintergrund auf elblich schimmernde Schlößchen mündet; die Zusammen- ng von Hauskomplexen zu einem städtebaulichen Gebilde, reihen, die sich kulissenartig mit einem dominierenden rgrund übereinanderschieben und sich so zu einem Ganzen nigen; oder das imposante Werk der Eisentechnik, das sich eiten Bogen als Eisenbahnbrücke hoch über das Tal spannt, beiderseits an die rote Bergwand klammert, an dieser Halt n dem Bergmassiv den Rahmen sucht, ohne den es über- nicht bestehen kann. Nur wer die Natur schon vor dem tehen des Werkes in ihrer Farbenpracht und Farben- onie so sieht und fühlt, der gibt seinen Aufgaben die ge Linie.

Ingenieurbauwerk ist Binde- und Kraftglied.

Werke des Bauingenieurs sind in weitestem Umfange dazu mt, Bindeglieder in der Natur zu werden: die Straße ver- t Teile der Stadt, die Bahnlinie Teile des Landes, die kleine rücke Teile des Weges, die weitgespannte Eisenbrücke, inge- oder Bogenbrücke, Teile des Gebirges in der Höhe, die errenmauer Teile des Gebirges am Fuß und in der Breite. atürlich Verbindende, das ungehemmt Dahinfließende wird ch ausgedrückt, daß solche Werke des Ingenieurs sich augenfällig aus der Gegend erheben, daß sie der Natur sam ein Hindernis in den Weg stellen, daß sie den dahin- len Menschen gleichsam sagen, hier hört die Natur auf, beginnt des Menschen Werk, sondern daß sie sich der natürlich und mit Anstand einfügen. Nicht das Werk als lwerk soll der Stolz des Erbauers sein, sondern nur in Ver- ng mit seinem erstrebten Endzweck, der es mit der un- baren Nähe in selbstverständliche Verbindung treten läßt n des Zweckes natürlichster und ungehemmtester Form. iderspricht dem Sinne des dahinrasenden Eisenbahnzuges les Hindernisse meidenden Verkehrs, wenn er beim Über- n einer Brücke diese vom Land durch das Hemmnis eines ie heutige Zeit praktisch bedeutungslosen Torbaues ge- am getrennt findet. Für das Auge ungehemmt verläuft inie der Straßenbrücke über die Eider bei Friedrichstadt, fen die Linien des Landwasserviadukts der Albulabahn and zu Land.

Des Wohnhauses Eigenart ist Behaglichkeit und Freund- it im Innern und im Äußern; sie hat sich so auch auszu- en. Das Ingenieurbauwerk bannt die Gewalt der Natur. cht sich in Form von Tunnels oder Stollen den Weg durch erge, es dämmt das talwärts führende Wasser des Rheines eine Wand ein, um es andern Zwecken zuzuführen, es in einer 50 bis 70 m hohen Mauer das seit Jahrtausenden tört zu Tal fließende Wasser der Berge, um ihm weiteres abzugewinnen, es sucht durch Einbau von Stufen des bachs reißende Gewalt zu dämmen. Kraft erfordert Gegen- Größe Gegengröße, Gewalt kann nur durch Gegengewalt unden werden, je tiefer und lautloser sie wirkt, desto überzeugender. Solche Werke müssen darum auch Kraft geben und Kraft erkennen lassen, die jedenfalls da nicht überzeugend erscheint und wirkt, wo die Gewalt der Einheit der Masse durch ein Vielerlei von Einzelheiten und Kleinigkeiten unterdrückt wird. Es widerspricht der vor der Allgewalt der Natur keineswegs mehr zurückschreckenden Menschenarbeit, wenn ein Tunnel durch ein Getändel von Motiven, auch Schrifttafeln, ornamental geschmückt wird, die die Kraft des Bogens und den Wert des Werkes zum Lächerlichen herabsinken lassen; es widerspricht dem Wesen des am Berg das Wasser ruhig sammelnden Behälters, wenn er als bedeutsames Bauwerk äußerlich gebildet und mit Säulen und Gesimsen geschmückt wird, als sei er eine Ehrenpforte oder ein Totendenkmal; es widerspricht endlich dem Wesen der gegendrängenden Kraft der Talsperrenmauer, wenn sie mit Zinnen und Wehrgang geschmückt wird, als sei sie für den nächsten Krieg bestimmt.

Wer Werke der Ingenieure schon im Gedanken von Anfang an so sieht, hat allein ein Anrecht darauf, ihr Grundwesen richtig erfassen und ihren Entstehungsgang in die richtigen Wege leiten zu können, wer diese losgelöst vom Tiefblau des Himmels oder von den dichtbewaldeten, grünen Berghängen und von dem Endzweck sieht, hat das Wesen ihrer künftigen Wirkung und Wertgestaltung nicht erfaßt und prägt sie von vornherein zu Zufallsprodukten. Wer das richtige Augenmaß zum Überschauen der Werke von vornherein nach dieser Richtung nicht besitzt, der möge es sich von dem entlehnen, der es sich im Leben, gleichviel auf welche Weise, erworben oder der es in das Leben mitgebracht hat. Der Ingenieur von heute muß Techniker, Bildhauer und Maler zugleich sein.

Czernybrücke in Heidelberg.

Es war keiner der schlechtesten beamteten Ingenieure Württembergs, der von seinem Untergebenen, dem die Aufgabe gestellt war, eine Eisenbahnbrücke in freier Landschaft zu entwerfen, verlangte, zunächst 3 bis 4 Skizzen für dieses Werk an Ort und Stelle anzufertigen und dann erst das stille Kämmerlein mit dem Reißbrett aufzusuchen. Dieses Vorgehen entspricht auch der Grundbestimmung aller Kunst: mit der Schärfe des Blickes eine reiche Phantasie verbinden.

Verzierung und Ornament.

Der sichtbare Ausdruck des Ingenieurbauwerks muß Wahrheit sein, Wahrheit im konstruktiven Grundgedanken und darnach in der äußeren Erscheinungsform, Wahrheit auch in der Erscheinungsform des verwendeten Baustoffes, Wahrheit endlich darin, daß das Wesen und die Bedeutung des Werkes sich klar im Äußern ausdrücken. Unwahrheit ist es, die herrliche Form einer alten hölzernen Brücke, mit Holzumwandung und Holzdach versehen, der eigenartig schönen Erscheinung wegen in Eisenbeton nachzubilden, Unwahrheit, ein Transformatorenhaus oder ein Pumpenhaus, weil es im Harz oder in den Tiroler Alpen steht, äußerlich im Charakter einer Sennhütte oder eines Bauernhauses von dort nachzubilden, Unwahrheit, eine aus Eisenbeton erstellte Brücke äußerlich als Steinbrücke zu zeigen, Unwahrheit endlich, eine auch äußerlich sichtbare Betonbrücke im Äußern so zu behandeln, als ob Steinquadern übereinandergeschichtet wären, und als ob sich die Brücke ihres eigenen Baustoffs schämen müßte.

Im Städtebau bedeutet es eine beinahe absichtlich geschaffene Hemmung des Verkehrs, für den nun doch einmal die städtischen Straßen neben dem Anbau zunächst geschaffen sind, wenn sie

Möhnetalsperre.

aus rein malerischen Gründen gebogen oder geschweift werden, wenn sie an Straßenkreuzungen versetzt und die Plätze so gestaltet werden, daß sich auf ihnen der Verkehr totläuft oder nur gezwungen durchführen läßt, wenn man, um Uneinheitliches einheitlich zu machen, Arkaden anlegt, wo sie zwecklos und hemmend sind. Die Worte „geschlossene Platzwand" und „malerische Einzelbilder" sind heute so sehr zu Schlagworten geworden, daß sich aus ihnen vielfach mehr als notwendig und mehr als aus der Förderung der Flüssigkeit des Verkehrs die Lösung ableitet.

Dieser Wahrheit im großen gegenüber tritt das, was man gemeinhin als „Verzierung" bezeichnet, das „Ornament", völlig zurück. Das wahre Ornament, der wahre Schmuck eines Bauwerks des Ingenieurs ist nicht eine ihm etwa da oder dort angefügte verzierende Zugabe, sondern seine Erscheinung auch in jeder Einzelheit in einer Form, die die Seele des gestaltenden Grundgedankens und des inneren Aufbaues auswertet, ebenso die Möglichkeiten der Behandlung des Baustoffes in weitestgehendem, aber material-echtem Sinne. Die heute stark entwickelte Technik und die mannigfachen Ausdrucksformen des verwendeten Materials können in jedem Einzelfalle zu einer solchen Summe von Abänderungen verbunden werden, daß es nur des gesunden Blicks des verantwortilchen Leiters bedarf, um das Richtige zu treffen. Ist der Ingenieur indessen der Meinung, daß ohne schmückende Zugaben sein Werk nicht bestehen kann, so hat er das Wesen seiner Kunst nicht erfaßt; auch der gesunde Stadtbauplan bedarf nicht des einzelnen Schmucks eines Brunnens an der einen Stelle oder eines Denkmals an jener, um überzeugend zu wirken. Die Möglichkeiten, die beim Erdenken einer neuen Brücke z. B. ausgeschöpft werden können, sind nach Maßen, Linien, Farbe, Baustoff, dem Wechsel des Baustoffes, der gegenseitigen Linienführung und Linienstellung einzelner Bauteile in weitestgehendem Maße vorhanden.

Die Vergangenheit hat allerdings schon seit Jahrtausenden neben den einfachen, großen und schönen Pyramiden Menkaura, Chefren und Chufu, der einfachsten römischen Wasserleitung in Rundbogenform auch Werke geschaffen, die sich mit dem Wesensausdruck allein nicht begnügten, sondern durch die Fülle des sich häufenden Zierats mit Absicht Prachtbauten werden wollten: die Moldaubrücke in Prag, die Seinebrücke in Paris. Da und dort kann darum auch in der Gegenwart der Wunsch bestehen, das Werk aus besonderen Gründen mit besonderem Schmuck zu krönen, mit Figuren, wie sie mitunter eine alte bescheidene Steinbrücke trägt, im Vollgefühl des religiösen Seelenlebens oder der alten dynastischen Pracht, wie die alte Neckarbrücke in Heidelberg, die Toledobrücke in Madrid, oder mit einer feingeschmückten Kapelle wie die gotische an der Nagoldbrücke in Calw; dafür das richtige Größenverhältnis und den richtigen Platz zu finden und dem Schmuck die höchste Möglichkeit innerlichen, künstlerischen Gehalts zu geben, das ist wahre Ornamentenkunst.

Wasserwirtschaft und Kunst.

Die Darstellung wäre lückenhaft, wenn man in diesem Zusammenhang an der bedeutsamsten Aufgabe vorüberginge, die die gegenwärtige Wirtschaft dem Ingenieur stellt, und sie ihrer Eigenart wegen nicht mit besonderen Worten bedächte, an den Kanal- und Wasserkraftanlagen. Hier findet sich nahezu das gesamte Tätigkeitsgebiet des Bauingenieurs vereinigt: Wasser- und Kanalbau, Straßen- und Eisenba Tunnel- und Stollenbau, Mauer- und Fabrikbau, Industri Leitungsbau; enger als sonst verbindet sich hier der Kunst und Schönheit mit jenem des Heimatschutzes.

Das durch solche Unternehmungen erstrebte Endzi Gewinnung schiffbarer Wege, elektrischer Energie und „in hohem Ausmaß" wollte es weiter und leider, daß s in den Bauwerken zunehmend jenen Gegenden zuwandt bisher, infolge ihrer eigenartigen und stillen Schönheit un zuletzt ihrer Ruhe, von Menschen mit empfindendem Aug geschätzt waren. Daß der Mensch diesen Werten der an das Herz gehen wollte und konnte, das war ihnen noch verständlich. Die wirtschaftlich-technische Entwicklung zog sich am raschesten da, wo Wasser und gefällreiche zur Verfügung standen, zwei Werte, die an sich sch Kennzeichen einer schönen Gegend ausmachen, denn, Wasser ist der Silbertau der Landschaft", der dieser, vor im Gebirge, eigene Reize gibt.

Inzwischen geht unsre schwarze Kraft, die Kohl Jahren ins Ausland, die weiße, das Wasser der Berg Flüsse und Ströme, läuft unbeirrt ihren Weg weiter; das nahm durch die Übernahme der Verkehrswege, auch der W verkehrswege, die Führung in die Hand, die Länder f auf gleichen Gebieten. Damit haben das Reich und die Aufgaben übernommen, für deren restlose Erfüllung si aber auch einzusetzen haben. Was vom Reich oder v Ländern ausgeführt oder gestattet wird, muß auch hie Geist der Artikel 150 und 155 der Reichsverfassung ge sein: „Die Denkmäler der Kunst, der Geschichte und der sowie der Landschaft genießen den Schutz und die Pfle Staates", und „Alle Bodenschätze und alle wirtschaftlich baren Naturkräfte stehen unter Aufsicht des Staates", ein Zusammengehen und Verstehen von Reich und Land ist auch auf diesem Gebiet notwendig. Wenn seit Jahrhun Worte einen besonderen Klang hatten, wie „Schaffha „Niagara", „Walchensee", „Heidelberg", „Neckar", „Rhei „Main", weil sich mit ihnen das Gefühl ungebändigter kraft und besonderer Naturschönheit verband, so misch heute mit diesen das Gefühl einer gewissen Wehmut, dieser Schönheit ans Leben gehen soll und daß sie späte schlechter nicht mehr ungeschmälert genießen können.

Die Welt von heute ist anders; heute ist es wenig Tatsache, daß einzelne Wasserkräfte erschlossen oder nutzt werden, vielmehr „wie" das geschehen soll; die macht Sorge, sind wir Meister dieser größten Aufgaben i Hinsicht? Wasserwege und Wasserkraftanlagen tret ihrem Gesamtumfang in weit engere Beziehungen zur Na andre Werke der Ingenieure, sie haben sich daher mit vertragen. Die Natur ist eine seit Jahrtausenden unver liche Größe, die durch die Ruhe der Linien, die Oberfl bildung, ihre Farben und die Bewegung des Wassers s was in ihr lebendig ist, ist das Wasser. In der Natur sich, gleichviel ob sie die Ebene oder das Hochgebirge i Wagerechte in der Landschaft, der Ebene und dem La Wassers, die Senkrechte in aufragenden Felsen, in den P der Straße und den Bäumen des Waldes, die Größe in den Waldkörpern, Felsen und die sanft geschwungene Lin

ler Berge, der Straßen, in den Flüssen und Bächen aus. atur kennt keine harten Linien, sie kennt nicht die ale, auch nicht Kleinliches, keinen Widerspruch der , nur Farbenharmonie. Die Großartigkeit der Natur am edelsten da, wo sie von Menschenhand, von mensch- Werken, unberührt geblieben ist; das gemalte Bild des Waldes oder des wilden Hochgebirges steht mir am n. Der wildbewegten romantischen Natur steht das er stillen freien Landschaft gegenüber, deren Schönheit igenart in der Ruhe der Erscheinung, in der Farben- ng mit dem weit sichtbaren Horizont und der Wolken- zu suchen ist. Die „Heimatschönheit" umfaßt das ganze haftsbild mit allem, was darin ist, mit den ruhigen Win- nd Stimmungen in Feld und Wald, in denen die Jugend raft und innerliche Erholung, in denen das Alter seine rung wiederfindet, in denen der Maler genießt.

Forderungen für die Wasserwirtschaft.

n solchen Werten sind die Forderungen ausgedrückt, denen ese Menschenwerke unterwerfen müssen, wenn auch sie ch den Anspruch erheben wollen, Stimmungen nicht stören. Aus dieser kurzen Kennzeichnung der Natur sich von selbst die Folgerungen, erstens der Eigen- r Natur vollkommen gerecht zu werden, dabei aber s doch ihre Eigenart und ihren Zweck zum Ausdruck ngen.

ie Größe der Natur erfordert einen großen Zug der An- leichviel ob es sich um Flußlauf, Kanal, Hebewerk, Stau- Wasserturm, Transformatorenhaus, Leitung oder andres . Die Linienführung der Natur verlangt Anpassung rum Ausschluß harter und widerspruchsvoller Linien, luß der reinen Diagonalen, großflächige und schlichte per, die dem Linienzug der Natur folgen. Klei- en und Kleinlichkeiten in der Auffassung stellen Gegen- zur Natur dar und stören. Gitter, Brücken, Schützen, mit ausgesprochenem Diagonal-Stabwerk oder mit nicht tig abgewogenen hartgeschnittenen Linien stören um so e mehr sie nach Lage und formaler Erscheinung wertvolle der Fernblicke in die Landschaft verschneiden. Rein haft gehaltene Staumauern sind vielgeteilten überlegen, Grundlinie oder Höhenlinie sanft geschwungene Stau- n und Ufermauern solchen mit harten Kantenlinien, groß gte und rein flächenhaft gehaltene Schützen solchen mit in Erscheinung tretenden Verstärkungsteilen, eine ge- e Kanalleitung, die sich bis zum Wasserschloß bescheiden öhenlinien der Hänge anschließt, einer davon abweichen- radlinig auf Dämmen gebetteten.

ieser Grundsatz läßt sich leider für Druckrohrleitungen, m Berg herab das Wasser zu den Turbinen schicken, nehr aufrecht erhalten, denn diese müssen aus rein prak- und sachlichen Gründen in möglichst gerader Linie ts führen. Ein Verbergen durch Gebüsch, das naheläge, aus praktischen Gründen ebenfalls nicht in Frage; ein leimatschutz empfohlenes Überdecken mit Dächern ist innig und unschön. Eine volle Befriedigung gewähren um nicht immer, wenn man diese nicht in der rein sach- Erfüllung der Aufgabe finden will. Mancher Naturfreund eber in schöner Gegend an Stelle gemauerter Staumauern aus Erde, Erd- , sehen; mir steht hier die e des Werkes die nach ge- en Mauer- Betonkörpern ; die dem ssiv ange- Steinmauer ist Dauer besser r verwachsen, n künstlicher il, der doch das Gepräge istlichen trägt. mehr boden- durch Ver- g heimischen ffes, nicht aber lurch Anwen- der Umgebung heimischer Bauformen solche Bauten erscheinen, desto inniger werden sie sich mit den Farben und Bildern der Natur verbinden; je stärker sie darin, auch in den Farben, von der Farbstimmung der Natur abweichen, je mehr die Farbenwahl ins Einzelne geht, desto härter wird und muß das Urteil fallen. Je mehr sich in solchen Bauten die Stimmung der Natur wiederholt, desto taktvoller werden sie sich dieser einordnen und desto weniger werden sie empfindsamer Menschen Augen stören. Was die Technik an erprobtem Neuen oder Neuesten bietet, hat ein Anrecht auf Anerkennung und Verwendung in ungeschminkter Weise; der aufgelöste Eisenbetondamm kann bei Staumauern zu seinem Recht kommen, ebenso auch der Beton in die richtige Erscheinungsform treten, selbst in einer steindurchsetzten Gegend, wenn dafür wirtschaftliche Momente sprechen und das Empfinden die notwendige Brücke bildet.

Ein drittes: Jedes Äußere soll der Spiegel der inneren Seele sein; das Kleid des Kindes darf naiv kindlich erscheinen; die Kirche spreche äußerlich die feierliche Sprache des religiösen Seelenlebens, das Wohnhaus drücke die Behaglichkeit zufriedener Menschen aus; die Seele dieser Bauten aber ist der Ausdruck des stets unveränderlich und unverwüstlich Bleibenden und der überwältigenden Kraft der Natur. Aus solchem Gedankengang ist abzuleiten der Grundsatz der Sachlichkeit der äußeren Erscheinungsform, gleichviel ob die Werke an der Isar oder im Schwarzwald, in Österreich oder Norwegen, oder selbst in Amerika gebaut werden. Es soll sich hier nicht um ein Spiel mit Stilarten handeln, sondern allein nur um eine aus dem Zweck heraus geborene, freie, im Einzelfall örtlich und persönlich empfundene Formensprache. Es ist mir keine vorzüglich wirkende Anlage solcher Art bekannt, die mit Stilen spielt; wohl aber kenne ich Entwürfe auch von Großkraftwerken der letzten Zeit, die leider aus dem unerschöpflichen Formenreichtum des Mittelalters und des Schloßbaues der Barockzeit schöpfen. Das zeugt von einer geringen Beweglichkeit des schaffenden Ingenieurs und Architekten; es zeigt, daß der unrichtige Mann an verantwortungsvoller Stelle arbeitet. Wer an solchen Fragen arbeitet, ob als beamteter oder freier Techniker, muß sich frei machen können von den Grundsätzen, die er beim menschlichen Hausbau mit Recht zu vertreten pflegt; er muß stark im Empfinden, beweglich im Denken und Bilden sein, er muß Techniker und Gefühlsmensch, er muß Maler sein. Die Möhnetalsperre ist ein vorbildliches Werk in dieser Richtung geworden, das Walchenseewerk steht dem kaum nach. Welcher Schritt von den Gangesstaumauern zum Staudamm von Assuan, zur Möhnetal- und Schwarzenbachtalsperre, von der Auflösung zur Ruhe. Diese drei Grundsätze können als internationales Gemeingut gelten, Stilunterscheidungen nach Ländern, wie bei der reinen Baukunst, gibt es hier nicht.

Mit Sorge schaut man in Süddeutschland nach dem Wasserfall in Schaffhausen, an dem die Oberrheinregulierung mit ihren Großbauten nicht spurlos vorübergehen wird; nicht einfach wird auch dort die Aufgabe sein, die Kunstbauten ihm bildlich fernzuhalten, den Wasserfall ungeschmälert zu erhalten und der Schiffahrt doch ihren Lauf von Konstanz nach Basel zu geben. Es liegt ein innerlicher Widerspruch in dieser Auffassung, Dinge erhalten zu wollen, die eine Existenzberechtigung dann nicht mehr haben; es ist der Vergleich mit einem Berge, den man seiner äußeren schönen Erscheinung wegen erhält, dessen Inneres man aber bis auf die äußere Schale aushöhlt, um wenigstens das Bild, dem man aber die innere Seele genommen, nicht zu zerstören. Die Nekkarkanalschleuse oberhalb der altbekannten Brücke Heidelbergs und am Fuß des alten Schlosses beschäftigt ebenfalls die Gemüter, nicht Heidelbergs allein, stark. Auch an diesen Aufgaben muß sich menschliches Sinnen und Fühlen erschöpfen von der ersten Aufgabe der Lage bis zur Form und Farbe des letzten Dachziegels.

Entwurf der Demag, Duisburg, für ein Schiffshebewerk.

Weitere Beziehungen der Wasserwirtschaft.

Die Wirkung der Wasserstraßen und Kraftquellen äußert sich nicht in den Bauwerken allein, sondern auch in dem in bestimmten Bahnen, Breiten und Formen gebauten Wasserlauf und in der Beziehung zur Umgebung und deren wirtschaftlicher Erschließung. (Beispiele: die Korrektion der Leizach und der oberen Isar am Karwendelgebirge); sie können in der Natur durch deren Veränderung in ihrer Materie, auch durch Anlage neuer Stauseen, durch Hebung des Wasserspiegels bestehender, selbst durch Trockenlegen vorhandener Gewässer und Anlage neuer Läufe, durch Anbrechen des Bergmassivs neue Stimmungswerte schaffen, die zu neuem Leben und damit verstärktem Besuch führen. Da und dort kann sich daraus neues Leben für Anwohner durch Unterkunft für Besucher in Form von Gasthäusern entwickeln. Nicht überall werden diese erwünscht, ihr Fernbleiben wird im Gegenteil manchmal erstrebenswert sein. Die fürsorgende Behörde muß rechtzeitig den Mut finden, den traumhaften Reiz mancher Gegend zu schützen und ihr menschliche Behausungen fernzuhalten, die in der Stille des allgewaltigen Raumes trivial wirken würden. Wo sie entstehen dürfen, da sollen sie sich nach der Eigenart der Gegend richten. Lage, Größe und äußere Erscheinung sollen rechtzeitig durch klar formulierte Bestimmungen so geformt werden, wie das der Eigenart der Lage entspricht. Will man Wasserstraßen entwickeln, auf denen das Leben pulsiert, so müssen an deren Ufer auch Industriestätten und mit dieser zusammenhängend Wohnungen und Siedlungen entstehen, meist an den großen Umschlagplätzen und den Verkehrsmittelpunkten. Es würde von einem kurzen Blick zeigen, wollte man nicht schon zu früher Zeit auch solchen Forderungen der Zukunft Rechnung tragen, wollte man dafür nicht rechtzeitig Gelände sichern und die Stellen für die Zukunft kennzeichnen, an denen das Leben entstehen soll in einem Umfang und in einer Weise, die den praktischen Bedürfnissen, nicht minder aber auch jenen der gebührenden und taktvollen Rücksichtnahme auf die Umgebung Rechnung trägt.

Stellung des Ingenieurs.

Der Ingenieur! Der Fertiger des Ingenieurbauwerkes gründet seine Lösung zunächst auf wissenschaftliche Grundlagen: Mathematik, Physik, Geologie und Chemie, Wirtschaft und Finanzen. Er besteigt durch seine Werke Bergesgipfel

RZB 24223

Druckleitung in Loentsch (Glarus).

RZB 24226

Fernleitungsmast des Bayernwerkes.

innen und außen, er hemmt den Lauf der Ströme, ungem nach Breite und Höhe; er durchbohrt das Massiv der höc Berge ohne Rücksicht auf Länge und Dichte, er führ größten Lasten über die tiefsten Schluchten; er leiste seinem Gebiet in der Gegenwart mit das Größte, zu dem seine Schwestergebiete neidlos aufsehen dürften. Es sind Probleme der Technik und der Wissenschaft. Seine W stehen schließlich als Selbstverständlichkeit da, über die Sc rigkeit der Entstehung gibt sich die Allgemeinheit keine Re schaft, sie nimmt selbst das Größte als Selbstverständlic hin. Aber nicht das allein ist es, was die Gegenwart von Werken verlangt, nicht Wissenschaft und Kühnheit allein, Seele, welche alles Übrige als Selbstverständlichkeit erschei läßt, die aus dem Ingenieurbauwerk das Ingenieur k u n s t schafft, worin die wissenschaftlichen Grundlagen verbu sind mit dem Hauch der Seele und der Empfindung des He

Die Erziehung auf der Hochschule hat dem Archit gegenüber dem Ingenieur eine stärkere Grundlage nac Richtung des schönheitlichen Empfindens gegeben, dem genieur mehr in der Richtung technischer Vollendung un seitiger Kenntnisse auf weitesten Gebieten, dem Eisenbah dem Straßenbau, dem Brückenbau, dem Flußbau und Städtebau. Den Architekten berechtigt diese wissenschaf Erziehung nicht allein auf seinem eigenen Gebiet, son auch auf dem der Schwesterkunst im Einzelfalle mitzur denn seine theoretische Erziehung gibt ihm ein Überge nach der ästhetischen Seite auch in Fragen des Heimatschu wenngleich auf diesem Gebiete der Ingenieur Führer sein s Auch Wasserkraftwirtschaft im ganzen Ausmaß ist ein standteil der Ingenieurwissenschaft und als solcher nicht technisch-wirtschaftliche Aufgabe allein, sondern auch künstlerische Kulturfrage. Dieser Appell richtet sich an die gesonnen oder gezwungen sind, diesen Teil des Ingen wesens wissenschaftlich zu behandeln; er sollte auch in Literatur nicht zu kurz kommen.

Stellung der Allgemeinheit.

Kunst und Schönheit werden dem Werk gegeben d seinen Schöpfer, zunächst zu seiner eignen inneren Befri gung, dann aber auch, um der Umwelt Schönes zu zeigen

ien genossen durch den Beschauer. Außer der schönheit-n Einstellung des Verfassers spielt darum auch die der meinheit, des Beschauers, eine Rolle, der das Werk sinnlich nimmt. Der größte Künstler ist für die Welt bedeutungs-wenn seine Werke ihr verborgen bleiben, die schönheitlich stempfindende Allgemeinheit für ihre Zeit bedeutungslos, ihr Schönheit nicht geboten wird, diese zu genießen ihr vergönnt ist. Veranlagung und Erziehung der großen re spielt darum auch eine Rolle.

Die Allgemeinheit tritt den Werken des Ingenieurs bewußt unbewußt mehr oder weniger verständnisvoll gegenüber:

Die Einen, landläufig in normaler Alltagskultur erzogen, r durch die Umwelt, der sie entstammen, noch durch eine sprochene wissenschaftliche oder theoretische Schulung einen gleichgearteten Bildungsgang mit irgend einem schön-ichen Empfinden gestärkt, genießen die Werke des In-urs lediglich als eine an sich unbedingte Notwendigkeit, die da sein muß und deren Gewand ebenso sein muß, wie es ihnen zeigt; ob gut oder böse, sie empfinden es nicht.

Die Zweiten, in höherer Kulturluft erzogen, aus anders indenden, darum nicht üppigeren Kreisen stammend, und gleich der Wanderer, der die Natur eben ihrer selbst, Eigenart und Schönheit wegen lieben und schätzen gelernt der also die Empfindung für die Schönheiten der Natur un-ßt in sich aufnahm. Diese empfinden, ob ein Bauwerk ihr besser ihre Seele stört, ob es ihr Inneres verletzt. sie ögen das ablehnende Urteil indessen nicht zu begründen.

Die Dritten, theoretisch auch auf diesem Gebiete geschult, glänzend veranlagt mit innerem Empfinden und dem Blick Malers, des Raumbildners in der Natur, sehen den Gegen-l in der Natur und übertragen das Sehen auf ihr Empfinden; ehen das Werk des Ingenieurs nicht nur mit dem Sinne, rn auch seelisch, erfassen es nicht mit den Augen allein, rn mit dem Herzen; diese allein vermögen nicht nur ein il, sondern auch eine Begründung ihres Urteils zu geben. sie ist mit Friedrich von Schlegel die Baukunst allgemein in der Natur erstarrte Musik".

Auch für die Allgemeinheit gibt es darum, wie beim Fach-, dem Ingenieur, ein Erziehungs- und Kulturproblem, n Endzweck nicht das Verstehen des technischen kes allein, vielmehr auch seines Kulturgehalts in rem Sinne des Wortes sein muß. Ich sehe zu meinem Be-rn weder in Studienplänen der Hochschule, noch in den ungsfächern diese kulturelle Seite betont; ich finde sie auch r nicht in bemerkenswerten neuen wissenschaftlichen ern über Ingenieur- und Wasserwirtschaftsbauten. Ich infolgedessen auch vielfach nicht den Geist in der Beamten-, der Fachwelt und der Jugend, die zur Lösung solcher Aufgaben berufen ist und später berufen wird. Der deutliche Hinweis auf die Erfüllung der Aufgaben auch nach solcher Richtung ist eine ernste Aufgabe der Gegenwart.

Drei Worte waren es, bei denen die Betrachtung immer wieder stehen blieb: das Werk, der Schöpfer und die Allgemeinheit; die drei verbindet gemeinsam der Begriff Schönheit, die der eine dem Werke gibt, der andre aus ihm nimmt. Schönheit dem Werke geben heißt für den Schöpfer, seiner Kunst im Werke formvollendeten Ausdruck verleihen, Schönheit im Werke sehen für den Nehmenden, diese Formvollendung auch seelisch sehen und begreifen. Beides will gelernt sein, nicht aus der Theorie, aus Büchern allein, sondern aus der Zeit und ihrer Kultur. Der Götterglaube der Antike und der Gottglaube des Mittelalters waren das Fundament, auf dem sich Kultur, Kunst und Schönheit aufbauten, an dem das ganze Volk gebend und nehmend Anteil nahm. Die späte Renaissance und das Barock machten die Kunst zu einer Gabe nur für einen erwählten Kreis; Gemeinschaftskunst wurde Aristokratenkunst. Nicht als ob diese Zeit keine achtbaren, schönheitlichen Werke geschaffen hätte, vielleicht ebenso große als die frühere; ihr Ursprung, Geist und Wert aber blieben der Seele des Volkes verschlossen.

Ingenieurbaukunst ist Volkskunst und Volksgut schon darum, weil sie in großem Ausmaß die allgemeinen Güter des Volkes in Anspruch nimmt und weil sie in den Werken in höherem Maß als die verwandten Künste den allgemeinen Interessen des Volkes dient. Diese Kunst in sich zu heben, möchten die Einzelaufgaben noch so bescheiden und unscheinbar sein, ist Aufgabe des Ingenieurs, sie seelisch zu erfassen wie sie sein soll, ist Aufgabe der Allgemeinheit; beides zu fördern darum auch Aufgabe des Staates. Das Thema der „Erziehung eines Volkes zum Genuß am Schönen" liegt abseits dieser Betrachtung. Wenigen nur ist die Gabe wirklichen Genusses an solchen Dingen heute gegeben, der großen Menge ist sie immer noch versagt; auch hier ist darum Kulturarbeit zu leisten, auch in dieser Richtung ist der Aufstieg eines gefallenen Volkes vorzubereiten. „Das größte Problem der Gegenwart ist: den so gewaltig klaffenden Riß zwischen Gebildeten und Ungebildeten zu überbrücken. Mit der bisher so beliebten Halbbildung läßt es sich nicht lösen. Nicht von oben aus rekonstruiert man Häuser und Nationen; nur wenn der Volksboden seine schöpferischen Tiefen auftut, kann neues geistiges Leben in Deutschland erblühen." Heute, wo so vieles an Kunst, Heimat und Gefühl im bittern Kampfe der Menschheit gegen die Menschheit begraben liegt, muß sich diese Hoffnung nochmals und ernster als früher erfüllen. [B 242]

Aus der Tätigkeit es englischen Physikalischen Staatsinstitutes.

Bei der Entwicklung, die das National Physical Laboratory (im den N. P. L. genannt), in der letzten Zeit genommen hat, drängt vielfach der Vergleich mit der Physikalisch-Technischen Reichs-t auf. Dabei ist vor allem zu bemerken, daß das englische Institut seiner physikalischen Abteilung und den Abteilungen lektrizität sowie für Maß und Gewicht auch eine An-echnischer Abteilungen umfaßt, deren Arbeitsgebiete in Deutsch-in besonderen Instituten gepflegt werden. Es sind dies die Ab-gen für Metallurgie, Aerodynamik, Schiffbau und nieurwesen.

Rein äußerlich kommt die Bedeutung der technischen Abteilungen dadurch zum Ausdruck, daß in dem Kuratorium der Anstalt je ein mehrere offizielle Vertreter der großen technischen Vereine einen haben, nämlich der Institution of Mechanical Engineers, Institution vil Engineers, Institution of Electrical Engineers, Iron and Steel ution, Society of Chemical Industry und der Institution of Naval tects. Dem Kuratorium der Reichsanstalt gehören zwar auch her-gende Vertreter der Technik an, aber nicht als Delegierte der tech-n Verbände.

Der Jahresbericht des N. P. L. für 1923 läßt einen bedeutenden Auf-ung erkennen, der sich einmal in der starken Vermehrung des Per-und anderseits in baulichen Erweiterungen ausdrückt. Am Ende ahres 1923 waren dort nahezu 500 Personen beschäftigt, also etwa oppelte wie in der durch die Verschmelzung mit der Reichsanstalt aß und Gewicht erweiterten Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. euen Baulichkeiten werden erwähnt ein drittes Gebäude für die lurgische Abteilung, ein weiteres Gebäude für die physikalische lung und ein im Bau befindliches Gebäude für elektrische Hoch-ung. In Deutschland war man leider genötigt, den Personenstand taatsinstitutes zu verringern, und es war auch nicht an die kleinste he Erweiterung oder Verbesserung zu denken.

Grundsätzlich gliedern sich die Arbeiten des englischen Institutes nach fünf Gesichtspunkten in:

1. Allgemeine Untersuchungen,
2. Aufrechterhaltung der internationalen und nationalen Maßeinheiten,
3. Arbeiten für die Untersuchungsämter und Fachausschüsse des Department of Scientific and Industrial Research,
4. Untersuchungen und Prüfungen für andre Regierungsstellen gegen Bezahlung,
5. Untersuchungen und Prüfungen für Firmen und Körperschaften gegen Bezahlung.

Aus der großen Zahl der allgemeinen Untersuchungen wird weiter unten einiges berichtet werden. Bezüglich der Einheiten erwähnt der Bericht die neueren Bestrebungen zur Schaffung einer Skala für hohe Temperaturen. Das N. P. L. ist zunächst mit dem Laboratorium der amerikanischen General Electric Co. und neuerdings mit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in einen Meinungsaustausch über eine internationale Temperaturskala eingetreten. Sobald wie möglich soll eine internationale Konferenz über diese Fragen einberufen werden. Einer Anregung des Präsidenten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt entsprechend hat das englische Institut auch Untersuchungen der Dichte von natürlich vorkommendem Quecksilber in Aussicht genommen, da die Art des Quecksilbers der sogenannten Ohm-Röhren für die Definition des internationalen Ohm eine Rolle spielen kann. International sehr wichtig erscheint auch die Frage der Messungen der Frequenz und Länge elektrischer Wellen. Das Institut hat einen Wellenmesser mit einer Genauigkeit von einigen Hunderttausendsteln ausgebildet.

Besonders großes Ausmaß haben die amtlichen Arbeiten für das Department of Scientific and Industrial Research angenommen. Auf diese wird in England besonderer Wert gelegt. Es handelt sich da z. B. um Versuche an Federn und Federmetallen für das Kriegs- und Verkehrsministerium, um Lagerversuche für das Luftministerium, um Versuche, ein geeignetes gelbes Glas für Eisenbahnsignale und farbige Gläser für See- und Luftschiffsignale ausfindig zu machen. Auch Versuche mit drahtloser Nachrichten-

übermittlung für das Radio-Untersuchungsamt und über Kälteprobleme für das Lebensmittelprüfungsamt sowie Schlüpfungsmessungen für den Schmiermittel-Untersuchungsausschuß und viele andre werden erwähnt. Bei einer Reihe von Untersuchungen sind wirtschaftlich wichtige Ergebnisse erzielt worden, z. B. bei der Reise eines Mitgliedes des Amtes nach Australien und zurück zum Studium der Feuchtigkeit und Lüftung bei der Beförderung von Äpfeln, worauf unten noch zurückgekommen werden soll. Von den vielen Stellen, für die das Laboratorium amtlich gearbeitet hat, seien noch erwähnt das medizinische Untersuchungsamt, das Bauversuchsamt, das chemische Versuchsamt, das Versuchsamt für Waldesprodukte und das für Brennstoffe.

Außer diesen amtlichen kostenlosen Untersuchungen wurden auch Arbeiten gegen Bezahlung für Regierungsstellen ausgeführt, z. B. für das Luftministerium, die Admiralität und das Kriegsministerium. Diese Untersuchungen, von denen nur die Messungen an kleinen Geschoßmodellen in einem Windkanal mit hoher Geschwindigkeit (bis zu der doppelten Schallgeschwindigkeit) und eine Untersuchung über das Glühen von Tragketten hier angeführt sein mögen, haben mehr als ein Sechstel der Ausgaben des Institutes gedeckt.

Ein weiteres Drittel der Gesamtkosten wird durch die Gebühren der Prüfungen für Private gedeckt. Im Berichtjahr hat die Prüfung von marktgängigen Artikeln, wie z. B. Fieberthermometern, abgenommen, dagegen waren viel Sonderuntersuchungen durchzuführen. Erwähnt sei endlich, daß auf der Britischen Reichsausstellung die Abteilungen für Ingenieurwesen, Maß und Gewicht, Metallurgie, Schiff- und Wasserbau und Physik ausgestellt haben.

Aus der großen Zahl von Einzelarbeiten der verschiedenen Abteilungen, die im Bericht behandelt werden, können hier nur ganz wenige besonders kennzeichnende Beispiele kurz angeführt werden, zunächst einige aus der Abteilung für Physik, die sich in die Unterabteilungen für allgemeine Physik und Wärme, für Strahlung, für Schall und für Optik gliedert.

Einen besonderen Erfolg hat die Unterabteilung für allgemeine Physik und Wärme mit dem Bau einer zweistufigen Quecksilberdampfpumpe erzielt. Bisher hat man Dampfstrahlpumpen nur aus Glas oder Quarz hergestellt und nur neuerdings in Deutschland auch aus Metall. Die vom N. P. L. nunmehr erbaute Pumpe besteht aus einer Strahl- und aus einer Kondensationspumpe und ist vollständig aus Stahl hergestellt. Sie erfordert ein Vorvakuum von 4 mm Q.-S. und fördert oberhalb 0,03 mm Q.-S. unabhängig vom Druck 300 $cm^3\ s^{-1}$ unterhalb 0,001 mm Q.-S. 6000 $cm^3\ s^{-1}$. Zum Vergleich wird angeführt, daß gute umlaufende Öl- oder Quecksilberpumpen etwa 100 bis 150 $cm^3\ s^{-1}$, die Gaedeschen Molekularpumpen 1400 $cm^3\ s^{-1}$ und die Langmuirschen Kondensationspumpen 3000 bis 4000 $cm^3\ s^{-1}$ fördern.

Für die praktische Einstellung der physikalischen Abteilung des Instituts ist eine große Untersuchung bei der Überseeverfrachtung von Äpfeln kennzeichnend, die auf Ersuchen des Lebensmitteluntersuchungsamtes durchgeführt wurde. Veranlassung bot der Umstand, daß im Jahre 1922 allein für rd. 5 Millionen Goldmark Äpfel an einer Fäulniskrankheit („brown heart") bei der Überseebeförderung zugrunde gegangen waren. Es wurde daher eine Expedition, bestehend aus drei Naturwissenschaftlern unter Führung von Griffith, von der Unterabteilung für Wärme nach Australien geschickt, um auf der Hin- und Rückreise Untersuchungen an den zu befördernden Äpfeln vorzunehmen. Da die Schiffe durch die Tropen fahren, ist der Kältebedarf der Kühlschiffe von besonderer Bedeutung. Nach dem Bericht verhalten sich die Kältemengen, die erforderlich sind 1. zum Herunterkühlen des leeren Schiffsraumes, 2. zum Abkühlen der Früchte, 3. zum Ausgleich für die Wärme, die durch die Atmung der Früchte erzeugt wird, und 4. zur Deckung der Wärmeverluste wie 9 : 20 : 63 : 8. Die Atmungswärme der Früchte spielt also die Hauptrolle.

Die Expedition machte bei der Hinreise Messungen der Temperaturen, der Feuchtigkeit, der entwickelten Kohlensäure usw. an einer Versuchsladung von 150 Apfelkisten, von denen einzelne Kisten, um die Äpfel künstlich zur Fäulnis zu bringen, gasdicht geschlossen, im übrigen aber während der Reise genau den gleichen Temperaturbedingungen unterworfen waren wie der Rest der Ladung. Für die Rückreise wurden vier Kühlschiffe verschiedener Bauarten mit den Geräten für Temperaturmessungen und Gasanalyse ausgerüstet, ein fünftes Schiff nur mit selbsttätigen Kohlensäure- und Sauerstoffschreibern. Die Schwierigkeiten, die Meßleitungen in geeigneter Weise in den großen Laderäumen zu führen, die im Durchschnitt 2000 m^3 Inhalt hatten und je 26 000 Apfelkisten faßten, scheinen beträchtlich gewesen zu sein. Auch mußten die Meßgeräte mit Berücksichtigung der Korrekturen für den Widerstand der langen Zuleitungen der Widerstandsthermometer und dergl. in den australischen Ladehäfen erst justiert werden.

Von den Arbeiten der Unterabteilung für Strahlung soll ebenfalls eine Untersuchung von besonderer praktischer Bedeutung herausgegriffen werden, nämlich die über Schutzstoffe gegen Röntgenstrahlen. Mehr als 30 verschiedene Stoffe wurden auf ihre Schutzwirkung im Vergleich zu Blei gemessen, und zwar mit Röntgenstrahlen, die bei 100 000 V erzeugt waren. Es zeigte sich, daß Ziegelsteine und andre Baustoffe im allgemeinen $^1/_{100}$ des Schutzes von Blei bieten, die meisten Hölzer nur $^1/_{1000}$ oder weniger, Eisen etwa $^1/_7$, Messing ¼ Aluminium $^1/_{100}$. Neuerdings neigt man zur Verwendung von Sch mischungen aus Sand, Zement und Baryten ($BaCO_3$ und $BaSO_4$). erreicht damit günstigsten Falles eine Schutzwirkung von $^1/_8$ des B während das Gewicht das Mehrfache vom Bleigewicht beträgt. In en Zusammenhange mit dieser Untersuchung wurden die Röntgenstrah abteilungen verschiedener Krankenhäuser besucht und studiert. Röntgenstrahlen- und Radiumschutzausschuß hat ebenfalls in dem richt des N. P. L. abgedruckte Schutzvorschriften für die mit den Stral arbeitenden Personen abgefaßt.

Die Unterabteilung für Schall hat sich u. a. mit M sungen des Schall-Reflexions- und Absorptionswertes von verschied Stoffen und mit der Erzeugung von Schallen befaßt. Von den Un suchungen der Unterabteilung für Optik seien nur die mühungen zur Schaffung einer völlig weißen Lichtquelle erwähnt. bisher von dem englischen Institut benutzte schwarze Körper für 5000 ° ist nicht als „Normalweiß" geeignet, weil er im Laboratorium n genügend bequem und genau nachgeschaffen werden kann. Das Inst geht darauf aus, das Licht einer noch näher zu bezeichnenden La als Normale zu wählen, das durch Lösungen von festgelegtem Gehal Gefäßen von bestimmten Abmessungen gefiltert wird, und ist ge wärtig damit beschäftigt, eine Anzahl von Lösungen auszuproben. besteht die Hoffnung, eine Lichtquelle zu schaffen, die z. B. für die stimmung von Farben in Läden und für andre praktische Zwecke n vom Tageslicht zu unterscheiden sein wird.

Die Arbeiten der Abteilung für Elektrizität betre elektrische Einheiten und ihre Messung, drahtlose Telegraphie Telephonie, Elektrotechnik und Photometrie. Aus der Fülle der Ur suchungen seien die Messungen zur Bestimmung der Ausschaltene von elektrischen Schaltern herausgegriffen, die sich allerdings zunä auf eine Versuchseinrichtung von 100 V und 20 A beschränken, und Modellversuche für Tageslichtbeleuchtung. Das Institut bezeichnet „Tageslichtfaktor" abweichend von der sonst wohl üblichen Defini das Verhältnis der Beleuchtung eines Punktes z. B. durch ein Fen zu der Beleuchtung des gleichen Punktes durch ein Viertel der Himm kugel. Für die unmittelbare Messung dieses Faktors ist ein besond einfaches Gerät ausgebildet worden. Die Abteilung hat u. a. die b Anordnung der Fenster eines Neubaues der Britischen Nationalgal durch Modellversuche ausprobiert.

Die Abteilung für Maße und Gewichte beschäftigt mit der Messung der Grundmaße, mit der Untersuchung von Endma usw., von physikalischen Meßgeräten, von Raummeßgeräten aus Glas Hydrometern. Auf Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werde

Die Metallurgische Abteilung befaßte sich mit der tersuchung von leichten Legierungen und Eisenlegierungen, mit Wärmebehandlung von Nickelstahl, mit den Eigenschaften von Mag stahl, Federstählen, Werkzeugstählen und von weniger bekannten tallen und Legierungen wie Kadmium und Beryllium, mit Amalgamen zahnärztliche Zwecke, Verunreinigungen von Kupfer, dem Sauerst gehalt des Aluminiums, mit der Herstellung reiner Metalle und de Eine fünfte Normalstahlprobe mit 0,029 vH Phosphor wurde her gegeben. Weitere Normungen stehen bevor.

Die Aerodynamische Abteilung hat sich an interna nalen Versuchsarbeiten zur Bestimmung des Tragflächenwiderstandes teiligt. Ein Tragflächenmodell wurde zunächst in England, dann Frankreich, schließlich in dem Windkanal in Amerika geprüft und jetzt nach Japan gesandt worden. Der Tragflächentheorie, die auf L chester und Prandtl zurückgeht, wird große Beachtung geschenkt, un werden im Institut ähnliche Untersuchungen ausgeführt wie in Aerodynamischen Versuchsanstalt in Göttingen. Aus dem Bericht k man jedoch erkennen, daß das deutsche Institut, was Einrichtung Versuchsergebnisse anlangt, noch einen beträchtlichen Vorsprung haben scheint.

Die Schiffbauabteilung endlich hat Versuche an 56 Sch modellen ausgeführt und die Ergebnisse wissenschaftlich verarbeite

Von den Untersuchungen der Abteilung für Ingenie wesen soll nur die der Reibung in Schneckengetrieben erwähnt wer Hierbei wurde die Bewegung in Schneckengetrieben nach einem ne Verfahren nachgeahmt, nämlich durch eine Welle, die in ihrem L unter der Wirkung eines schweren Pendels eine hin- und hergehe Bewegung ausführte. Welle und Lager konnten sich nur auf ein Bogen von 45 ° beiderseits der Senkrechten berühren. Bei ein Schneckengetriebe wird jedes von zwei Oberflächenelementen, die berühren, vor jedem neuen Kontakt mit frischem Schmiermittel sehen. Um dies nachzuahmen, waren besondere Nuten in das La und senkrecht dazu in die Achse eingeschnitten. Durch diese Mi wurde die gesamte Berührungsfläche der Oberflächen auf 1,6 cm^2 ringert. Auf diese Weise wurde nun gefunden, daß die Gesetze halbflüssigen Reibung (Teilschmierung) anwendbar waren. Dabei die Reibungskraft unabhängig von der Geschwindigkeit und verhält gleich dem Druck zwischen den Oberflächen. Dies soll für alle schinenteile von hin- und hergehender Bewegung gelten. [N 746]

Berlin. Max Jako

Eine neue Bauart von Oberflächenkondensatoren.

Von Dr.-Ing. Ludwig Heuser, Bochum.

Nach Erläuterung der Größenbemessung von Oberflächenkondensatoren wird der die Kühlwirkung verschlechternde Einfluß des Kondensates und der Luft besprochen. Eine neue Bauart, bei der diese Nachteile vermieden werden, wird beschrieben, und die Erfolge werden an ausgeführten Anlagen an der Hand von Versuchsergebnissen bewiesen.

…ie Kühlfläche eines Oberflächenkondensators wird berechnet … der Gleichung

$$F = \frac{D\,r}{\Theta_m\,k} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

… bedeuten

F die Kühlfläche in m²,
D die niedergeschlagene Dampfmenge in kg/h,
r die für 1 kg Dampf im Kondensator zu übertragende Wärmemenge in kcal,
Θ_m den mittleren Temperaturunterschied zwischen Dampf- und Wasserseite des Kondensators, der in bekannter Weise aus der Dampftemperatur und der Kühlwasserein- und -austrittstemperatur berechnet wird, in °C,
k die mittlere Wärmedurchgangszahl des gesamten Kondensators in kcal/m²h °C.

…ie Größe D ist für einen bestimmten Fall gegeben, …vankt in so geringen Grenzen, daß dafür gewöhnlich ein … Wert gleich 575 kcal/kg eingesetzt wird.

…er mittlere Temperaturunterschied Θ_m, Abb. 1, ist um so …ier, je näher die Temperatur t des Dampfes im Konden… …an der Warmwassertemperatur t_2 liegt, wenn wir für einen …enden Fall zunächst annehmen, daß der Temperaturunter… $t_2 - t_1$ durch Festlegung eines bestimmten Kühlwasser… …hen n bereits gegeben ist. Sie wird also um so kleiner, je … das Vakuum V im Kondensator an dem durch die Warm…-temperatur t_2 bestimmten theoretisch möglichen V_{th} liegt.

…ie Wärmedurchgangszahl k ist in bekannter Weise ab… von den drei Faktoren:

Wärmeübergang auf der Wasserseite (im wesentlichen bestimmt durch die Geschwindigkeit des Kühlwassers),
Wärmeleitfähigkeit der Metallwand,
Wärmeübergang auf der Dampfseite.

…er letzte Wert ist nicht im ganzen Kondensator derselbe. …ngs ist auch der Wärmeübergang auf der Wasserseite, …nicht nur von der Geschwindigkeit des Kühlwassers, sondern …anderem auch von der Temperaturdifferenz Wasser/Wand …t, in verschiedenen Temperaturbezirken des Kondensators … verschieden. Jedoch ist dieser Unterschied so gering, daß …ktisch nicht berücksichtigt zu werden braucht. Der Wärme…ng auf der Dampfseite wird jedoch — und dies wird selten …nd erkannt — in weitgehendem Maße dadurch beeinflußt, … Kondensator nicht nur kondensierender Dampf, sondern …ie bei der Verdichtung ausgeschiedene Luft und der ent…le Niederschlag vorhanden sind, die an der Kühlfläche …isolierende Schichten bilden. Der Einfluß dieser beiden …en ist an der Dampfeintrittseite des Kondensators gering …rgrößert sich nach der Luft- bzw. Kondensataustrittseite …end[1]).

[1]) Vergl. Nusselt, „Die Oberflächenkondensation des Wasserdampfes" Bd… (1916) S. 540.

In die Berechnung der Wärmedurchgangszahl muß also eine mittlere Wärmeübergangszahl auf der Dampfseite eingesetzt werden, die diesem Einfluß Rechnung trägt. Die so entstehende „mittlere Wärmedurchgangszahl" ist diejenige, die für die Berechnung der Kühlfläche maßgebend ist.

Diese Tatsachen werden meistens nicht genügend klar hervorgehoben. Das ist der Grund dafür, daß so außerordentlich voneinander abweichende „Wärmedurchgangszahlen" für Kondensationsberechnungen zu finden sind. Gleichung (1) bedeutet hiernach folgendes: Die Kühlfläche muß um so größer gemacht werden, je kleiner Θ_m ist, d. h. je höher bei gegebenen Kühlwassertemperaturen das Vakuum werden soll, und je kleiner k ist. Je mehr es gelingt, die Wärmedurchgangszahl k zu vergrößern, um so kleiner wird bei einem bestimmten verlangten Vakuum die Kühlfläche oder um so höher wird bei einer bestimmten Kühlfläche das erreichbare Vakuum. Die letzte Möglichkeit ist allerdings außerdem abhängig von der Fähigkeit der Luftpumpe, ein so hohes Vakuum im Kondensator überhaupt zu erzeugen. Die modernsten Luftpumpensysteme, insbesondere Dampfstrahlluftpumpen, sind aber in bezug auf das erreichbare Vakuum außerordentlich leistungsfähig, und es ergibt sich hieraus, daß eine Erhöhung der Wärmedurchgangszahl in Kondensatoren, die mit solchen Luftpumpen ausgerüstet sind, sehr merkliche Vorteile bringen wird.

Einfluß des Kondensates.

Die Rohre in Kondensatoren sind gewöhnlich so angeordnet, wie Abb. 2 zeigt, d. h. in wagerechten gegeneinander versetzten Rohrreihen, wobei die Rohrmittelpunkte in den Ecken gleichseitiger Dreiecke liegen. Das auf einem Rohr gebildete Kondensat tropft bei dieser Anordnung auf das nächste senkrecht darunter liegende, so daß also jedes Rohr, außer denen der obersten Reihen, auf seiner ganzen Oberfläche mit dem Kondensat bespült wird, das von sämtlichen senkrecht darüber liegenden Rohren herrührt. Da schon bei Kondensatoren mittlerer Größe 50 und bei großen Kondensatoren leicht 100 Rohrreihen übereinander liegen, so ist die Wasserschicht, welche die mittleren oder gar die unteren Rohrreihen dauernd umgibt, ziemlich beträchtlich. Wir haben dann nicht mehr mit dem Wärmeübergang von kondensierendem Dampf an eine freie Metallwand zu tun, sondern mit dem an eine Wasseroberfläche mit darauf folgendem Wärmedurchgang durch eine Wasserschicht von verhältnismäßig großer Dicke und einem Wärmeübergang Wasser-Metallwand. Die Wärmeleitfähigkeit des Wassers ist bekanntlich ganz außerordentlich gering. Dazu kommt noch, daß der

Abb. 1. Temperaturenverlauf im Kondensator.

Abb. 2. Anordnung der Kondensatorrohre.

Wärmeübergang von dieser Wasserschicht an die Rohrwand ebenfalls schlecht sein wird, da die Geschwindigkeit, mit der sie sich über die Rohrwand bewegt, sehr klein ist und jedenfalls nur einen ganz kleinen Bruchteil derjenigen ausmacht, mit der sich auf der andern Seite der Rohrwand das Kühlwasser bewegt.

Wenn es also gelingt, die Rohre so anzuordnen, daß auch die unteren Reihen möglichst frei von Kondensat bleiben, d. h. nach Möglichkeit nur mit dem Kondensat bespült werden, das sich auf ihnen jeweils selbst bildet, so wird der Wärmeübergang auf den mittleren und unteren Rohren sehr verbessert werden. Im Idealfall würde er im ganzen Kondensator gleich sein, und dessen mittlere Wärmedurchgangszahl so groß werden, wie sonst nur die Wärmedurchgangszahl der ersten Rohrreihen.

Einfluß der Luft.

Es wird vielfach angenommen, daß die Luft dadurch Kühlfläche beansprucht, daß zu ihrer Kühlung von der Temperatur, mit der sie, gemischt mit dem Dampf, eintritt, auf die Temperatur, mit der sie von der Luftpumpe abgesaugt wird, eine gewisse Kühlfläche nötig sei. Eine Rechnung zeigt aber, daß trotz der außerordentlich schlechten Wärmeübergangszahl von Luft an Metallwände die hierfür beanspruchte Kühlfläche nur sehr gering ist, weil die Luftmengen und die von diesen abgegebenen Wärmemengen ganz verschwindend sind. Selbst bei größten Kondensatoren erhält man durch eine solche Rechnung kaum Bruchteile eines Quadratmeters. Jedenfalls kann dieser Faktor niemals erklären, warum erfahrungsgemäß so viel größere Kühlflächen erforderlich sind, als sie sich nach den häufig festgestellten Wärmeübergangszahlen von reinem Dampf ergeben würden.

Man muß sich den verschlechternden Einfluß der Luft auf den Wärmeübergang vielmehr so vorstellen, daß die Luft die Neigung hat, sich in Schichten besonders um die kältesten Rohre zu legen, die dann in ähnlicher Weise, wie die soeben besprochenen Wasserschichten, aber in noch viel stärkerem Maße, den Wärmeübergang des Dampfes hindern.

Bei den bisher üblichen Kondensatoren muß die Luftmenge, die bei der Kondensation des Dampfes in den ersten Rohrreihen frei wird, an sämtlichen oder fast sämtlichen weiteren Rohrreihen vorbeiströmen. Jede irgendwo frei werdende Luftmenge hat also Gelegenheit, an sämtlichen in der Richtung der fortschreitenden Kondensation hinter ihr folgenden Rohrreihen verschlechternd zu wirken.

Wenn es gelingt, eine Rohranordnung ausfindig zu machen, bei der die Luft möglichst stets an den Stellen, wo sie aus dem Dampf frei wird, so abgeleitet wird, daß sie mit weiteren Kühlflächen nicht in Berührung kommt, so muß ebenfalls eine beträchtliche Verbesserung des Wärmeüberganges erzielt werden.

Auch hier wird im Idealfall der Wärmeübergang überall so gut wie in den ersten Rohrreihen und damit die mittlere Wärmeübergangszahl so groß wie die der ersten Rohrreihen, also größer als bisher.

Für den Wärmeübergang auf der Dampfseite werden Werte von 3000 bis 30 000 kcal/m²h °C angegeben und durch Versuche belegt. Nach dem Gesagten erscheint es durchaus möglich, daß alle diese Versuche recht haben und die Unterschied der Größe und Bauart der benutzten Kondensatoren ber Es wäre z. B. anzunehmen, daß an großen Kondensatore vielen Rohrreihen schlechtere und an kleinen und langen densatoren mit wenigen Rohrreihen bessere Wärmedurchg zahlen, beruhend auf der Veränderlichkeit des Wärmedurchg auf der Dampfseite, gefunden werden. Eine Nachprüfun Versuchsergebnissen würde das mit großer Wahrscheinli bestätigen.

Die Bauart Ginabat.

Der Einfluß der Wasserhaut wird bei dieser Bauar durch vermindert, daß die Rohre etwa nach Abb. 3 ange werden. Hier werden also die Rohre so gesetzt, daß das von Rohr abtropfende Kondensat das nächste darunter folgende an seiner oberen, sondern an einer seiner seitlichen Mantel trifft. Es wird sodann um das untere Viertel dieses Rohres die Adhäsion herumgeleitet und tropft von hier auf das n

RZ 55524

Abb. 4. Vereinigung mehrerer Rohrreihen zu einem Kondensa element.

Rohr usw. Bei dieser Anordnung wird also nur ein Viert Rohrumfanges mit dem Kondensat benetzt, das von den d befindlichen Rohrreihen herrührt, während Dreiviertel h frei bleiben und infolgedessen einen wesentlich besseren W übergang ermöglichen. Läßt man gleichzeitig den Dampf in tung des Pfeiles auf das Rohr auftreffen, so wird dessen Oberfläche am besten ausgenutzt.

Abb. 4 zeigt, wie mehrere Rohrreihen zu einem Konden element zusammengesetzt werden. Diese Kondensatorele umfassen nur wenige Rohrreihen und werden innerhal Kondensators so nebeneinander gesetzt, daß der Dampf die oben entstehenden Dampftaschen zwischen sie und v aus sehr angenähert in der Richtung des Pfeiles der Abb. die Rohre strömt. Die benetzten Rückseiten aller Rohre zwei Kondensatorelementen sind dabei den Lufttaschen zuge durch welche die in dem betr. Kondensatorelement frei g dene Luft abzieht, ohne weiter mit kondensierender Fläche rührung zu kommen.

Diese Anordnung in Form von einzelnen Kondensa menten ist es, die dem verschlechternden Einfluß der Lu gegenwirkt. In der Tat hat die Luft dabei stets nur Ge heit auf die wenigen, innerhalb eines Kondensa mentes aufeinanderfolgenden Rohrreihen zu wirk

Gleichzeitig bietet aber diese Anordnung in von Kondensatorelementen geringer Dicke in Ri des Dampfstromes gemessen den großen Vorteil, d Widerstand des Kondensators gegen die Dampfstr erheblich herabgesetzt wird. Während bei Kondens gewöhnlicher Bauart mit vielen hintereinander lieg Rohrreihen der Unterschied zwischen dem Vakuu Luftsaugstutzen und am Dampfeintritt leicht m Millimeter beträgt, ist er bei diesem Kondensator gering. Die Leistung der Luftpumpe wird also lich besser ausgenutzt und damit das Vakuum im I eintrittstutzen weiter verbessert.

Erfolge.

Die mit dem Ginabat-Kondensator erzielten W durchgangszahlen bestätigen vollkommen die Rich der obigen Überlegungen. Abb. 5 zeigt einige au Literatur herausgesuchte Werte der für Turbinenk sations-Berechnungen üblichen Wärmedurchgangs in Abhängigkeit von der Kühlwassergeschwind Kurve 1 zeigt bei Kondensationsspezialfirmen Werte bei einem Vakuum von 90 bis 92 vH. In Zahlen sind also die erfahrungsgemäß eintretende schlechterungen durch den Luftgehalt, die Kon

RZ 55523

Abb. 3. Rohranordnung, Bauart Ginabat.

k; 3000; 2000; 1000; 3; 2; 1; RZ 55525; 0,5; 1,0; 1,5 m/s

Abb. 5. Wärmedurchgangszahlen in Abhängigkeit von der Kühlwassergeschwindigkeit.

selung und alle nicht näher erfaßbaren Faktoren bereits ent-n. Eine theoretische Deutung der Kurve ist daher nicht ich.

Kurve 2 zeigt die von den Versuchen von Josse und fer herrührende Kurve für etwa 90 vH Vakuum[1]).

Kurve 3 zeigt die Werte, welche man rechnungsmäßig nach Angaben von ten Bosch „Die Wärmeübertragung" für ein uum von 92 vH erhält. Die Zusammenstellung der bisherigen uchsergebnisse über den Wärmedurchgang, die dieses Buch , berücksichtigt fast alle neueren wissenschaftlichen Unter-ungen. Bis zu dieser Kurve könnte man im äußersten Falle oretisch gehen, jedoch berücksichtigt sie nicht wie die en Kurven die praktisch in Frage kommenden Einflüsse (Luft), so daß mit ihr Kondensatoren nicht berechnet werden können.

Es kann also behauptet werden, daß mit höheren als den in 5 wiedergegebenen Wärmedurchgangszahlen bisher für Tur-kondensationen auf keinen Fall gerechnet werden konnte. diesen wurden Kühlflächenbelastungen von 30 bis 35 kg/m² fläche erzielt.

Durch das neue Verfahren konnten dagegen die Wärme-gangszahlen so erhöht werden, daß im praktischen Dauer-be 50 bis 55 kg/m² Kühlflächenbelastung erreicht wurden.

Die nachfolgenden Zahlentafeln 1 bis 5 zeigen Versuchs-nisse an Maschinen in laufendem Betriebe, die mit Konden-en der Bauart Ginabat ausgerüstet sind. Sie zeigen teils bsolute Höhe der Wärmedurchgangszahl, teils in den Ver-sversuchen die erzielten prozentualen Verbesserungen, teils h die Kühlflächenbelastungen in Übereinstimmung mit dem Gesagten.

Zahlentafel 1. Versuche im Kraftwerk Gennevilliers der Union d'Electricité am 7. Juni 1923.

Maschine IV, Ginabat-Kondensator.

Kühlfläche . . . . 3500 m²
Zahl der Wasserwege 1
„ „ Rohre 7500
Rohrabmessungen . . . . 20 × 22 mm

Niedergeschl. Dampfmenge kg/h	Druck im Kondensator mm Q.-S.	Zugehörige Dampftemperatur °C	Kühlwasser-Eintrittstemperatur °C	Kühlwasser-Austrittstemperatur °C	Kondensattemperatur °C	Vakuum, bezogen auf 760 mm vH	Luftsaugetemperatur °C	Wärmedurchgangszahl kcal/m² h °C
5[illegible]00	24,3	25,5	15,5	20,6	24,28	96,8	19,54	3301
6[illegible]00	25,81	26,55	15,5	21,19	25,01	96,6	20,51	3324
7[illegible]00	27,1	27,4	15,6	21,7	25,95	96,39	21,1	3367

Diese Zahlen sind im gewöhnlichen Betrieb nach einjährigem Be-und nach einer oberflächlichen Reinigung des Kondensators auf-men. Jede Zahl ist der Mittelwert aus mehreren Ablesungen.

Das Vakuum wurde mit zwei voneinander unabhängigen Meßgeräten sen.

Zahlentafel 2. Vergleichsversuche in Gennevilliers am 27. September und 1. Oktober 1923.

Maschine I gewöhnlicher, Maschine II Ginabat-Kondensator.

Kühlfäche . . . . 3500 m²
Zahl der Wasserwege 1
„ „ Rohre 7500
Rohrabmessungen . . . . 20 × 22 mm

Niedergeschl. Dampfmenge kg/h	Temperatur im Kondensator °C	Zugehörige Dampfspannung mm Q.-S.	Kühlwasser-Eintrittstemperatur °C	Kühlwasser-Austrittstemperatur °C	Kondensattemperatur °C	Vakuum, bezogen auf 760 mm vH	Wärmedurchgangszahl kcal/m² h °C
27. September — Maschine II, Ginabat-Kondensator							
1[illegible]30	26,3	25,5	17,35	20,70	25,05	96,65	2600
1. Oktober — Maschine I, gewöhnlicher Kondensator							
[illegible]00	29,51	30,65	18	21,2	27	95,97	1698

Maschine I hatte drei, Maschine II zwei Strahlapparate gleicher im Betrieb. Die Kondensatoren waren vor den Versuchen die Stundenzahl ohne Reinigung im Betrieb. Beide sind vollkommen nur die Kühlflächenanordnung ist verschieden. Die Versuche vom Dampfkessel-Überwachungsverein ausgeführt.

[1]) Josse, Mitteilungen aus dem Maschinenlaboratorinm der Technischen ule Berlin, Heft 5.

Zahlentafel 3. Versuche im Kraftwerk Comines der „Energie Electrique du Nord de la France" am 11. Juli 1923.

Ginabat-Kondensator.

Kühlfläche . . . . 3500 m²
Zahl der Wasserwege 2
„ „ Rohre 7500
Rohrabmessungen . . . . 20 × 22 mm

Niedergeschl. Dampfmenge kg/h	Druck im Kondensator mm Q.-S.	Zugehörige Dampftemperatur °C	Kühlwasser-Eintrittstemperatur °C	Kühlwasser-Austrittstemperatur °C	Kondensattemperatur °C	Gemessene Dampftemperatur im Kondensator °C	Wärmedurchgangszahl kcal/m² h °C
74 150	38,75	33,6	25,7	31	30,6	33,8	3150
93 000	43,75	35,8	25,9	32,6	32	36	3177
94 950	44,75	36 2	26	32,8	32,3	36,4	3110

Die Zahlen sind im normalen Betrieb aufgenommen. Die Rohre waren ziemlich stark verschmutzt.

Das Vakuum wurde mit zwei voneinander unabhängigen Geräten gemessen, die vor und nach dem Versuch geeicht wurden.

Zahlentafel 4. Vergleichsversuche im Kraftwerk Comines am 15. September 1923.

Maschine III, gewöhnlicher Kondensator
Maschine I, Ginabat-Kondensator.

Kühlfläche . . . . 2700 m²
Zahl der Wasserwege 2
„ „ Rohre 7500
Rohrabmessungen . . . . 20 × 22 mm

Belastung kW	Niedergeschl. Dampfmenge kg/h	Druck im Kondensator mm Q.-S.	Zugehörige Dampftemperatur °C	Kühlwasser-Eintrittstemperatur °C	Kühlwasser-Austrittstemperatur °C	Kondensattemperatur °C	Vakuum, bezogen auf 760 mm vH	Wärmedurchgangszahl kcal/m² h °C
Erster Versuch — Maschine III, gewöhnlicher Kondensator								
14 000	80 080	40,85	34,57	19.05	25,23	29.2	94,60	1336
Zweiter Versuch — Maschine I, Ginabat-Kondensator								
14 000	76 440	31	29,7	19	24,8	28,16	95,90	2110

Beide Kondensatoren unterscheiden sich nur durch die Rohranordnung. Die Rohre waren ziemlich verschmutzt und die gleiche Zeit in Betrieb.

Die obigen Zahlen sind Mittelwerte aus mehreren Ablesungen. Versuchsdauer je eine Stunde.

Zahlentafel 5. Versuche im Kraftwerk Sainte Tulle der „Energie Electrique du Littoral Méditerranéen" am 8. August 1923.

Maschine II, Ginabat-Kondensator.

Kühlfläche . . . . 1900 m²
Zahl der Wasserwege 2
„ „ Rohre im 1. Wasserweg 2830
„ „ „ „ 2. Wasserweg 2920
Rohrabmessungen . . . . 20 × 22 mm

Niedergeschl. Dampfmenge kg/h	Temperatur an der Turbinenwelle °C	Vakuum an der Turbine mm Q.-S.	Temperatur im Kondensator °C	Druck im Kondensator mm Q.-S.	Kühlwasser-Eintrittstemperatur °C	Kühlwasser-Austrittstemperatur °C	Kondensattemperatur °C	Wärmedurchgangszahl kcal/m² h °C
Versuch Nr. I: Barometerstand 742 mm								
69 960	31,41	706,3	30,85	33,08	20,56	27,28	29,96	3185
Versuch Nr. II: Barometerstand 742 mm								
86 580	34,25	699,6	34,03	39,66	21,66	29,70	33	3260

Das Vakuum im Kondensator wurde am Eintrittstutzen des Kondensators gemessen.

Der Kondensator war ohne Reinigung ein Jahr lang in Betrieb.

Die Versuche sind mit großer Sorgfalt ausgeführt, wie die Bemerkungen bei den Zahlentafeln beweisen. Sie sind aus einer großen Anzahl von Versuchsergebnissen herausgegriffen, die zum Teil sogar höhere Werte zeigten. Diese Versuchsergebnisse waren jedoch nicht von den Besitzern der Anlagen, sondern von der Baufirma ermittelt und wurden aus diesem Grunde fortgelassen. Die Versuche aus den fünf vorliegenden Zahlentafeln dürfen als durchaus objektiv gelten. Sie zeigen gleichzeitig, welche außerordentlich hohen Luftleeren mit Dampfstrahlluftpumpen erreicht werden. Sämtliche Anlagen sind mit solchen ausgerüstet.

Im übrigen sind Kühlflächenbelastungen bis zu 80 kg/m² bei höchstem Turbinenvakuum erzielt worden, wobei die Wärmedurchgangszahlen eher noch stiegen. Es kann daraus der Schluß gezogen werden, daß die Grenze für die Anwendung des Ginabat-Verfahrens mit den obigen Versuchsergebnissen noch nicht erreicht ist, sondern daß noch weitere Verminderungen der Kühlflächen zu erwarten sind, wenn mehr Erfahrungen mit der Bauart vorliegen.

Für Dampfmaschinen-Kondensationen wurde bisher mit weit geringeren als den Wärmedurchganszahlen der Abb. 5 gerechnet, da hier auch noch auf eine gewisse Verschmutzung der Dam seite der Kühlfläche praktisch Rücksicht genommen werden m Trotzdem wurden hier wegen der bedeutend geringeren üblic Luftleeren Kühlflächenbelastungen von 50 und 60 kg/m² und d über erzielt. Auch für diese Fälle dürfte der Ginabat-Kond sator erhebliche Verbesserungen der Wärmedurchgangszahl u damit die Möglichkeit noch weit größerer Kühlflächenbelastun bringen. Zuverlässige Versuche hierüber liegen jedoch n nicht vor.

Ausgeführte Anlagen.

Die Bauart Ginabat beruht auf eingehenden und sehr in essanten physikalischen Versuchen über die Strömungsverh nisse des Kondensates auf der Oberfläche von Kondensatorrohı Es wurden nach dem Verfahren bereits annähernd 100 Kond sationsanlagen hauptsächlich für Turbinen ausgeführt, darun eine große Zahl für Turbinen größerer Leistungen bis 35 000 kW. In Deutschland wird die Maschinenbau-Aktienges schaft Balcke, Bochum, in Zukunft Turbinenkondensatio nach diesem Verfahren bauen. [B 555

Rudolf Hartwig †.

Mitten aus dem Leben und aus vollem Schaffen heraus wurde am Abend des 25. Juli ds. Js. das Mitglied des Direktoriums der Fried. Krupp A.-G., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. eh. Rudolf Hartwig, seiner Familie, seinen Freunden und Mitarbeitern durch einen plötzlichen Tod entrissen.

Der Verewigte, der am 7. Dezember 1867 geboren war, hatte nach dem Besuch des Realgymnasiums und der Industrieschule in München an der Technischen Hochschule ebenda von 1886 bis 1890 studiert. Nachdem er mehrere Jahre bei verschiedenen Firmen als Ingenieur gewirkt und eine zweijährige Assistententätigkeit bei Prof. Grove im Dampfmaschinenbau ausgeübt hatte, wurde er 1896 für das Technische Bureau der Firma Krupp als Leiter der damals neu gegründeten Dampfmaschinenabteilung berufen. In schneller Folge wurde Hartwig zum Abteilungsvorsteher, Gruppenvorstand und zum Assistenten des Direktoriums befördert. In letzterer Eigenschaft wurde er 1903 Leiter des gesamten Technischen Bureaus, dessen vielgestaltige, sich täglich steigernde Aufgaben er mit besonderem Geschick bewältigte. Ausgang 1906 erhielt er Prokura, wurde im Januar 1908 stellvertretender Direktor und am 1. Juli 1910 in das Direktorium der Firma berufen. Diese Stelle hat er bis zu seinem Tode mehr als 14 Jahre innegehabt.

Mannigfaltig und für das Gedeihen der Kruppschen Werke von ausschlaggebender Bedeutung ist das Wirken des Verstorbenen gewesen. In die Zeit seiner Tätigkeit auf dem Technischen Bureau fiel zunächst die Erneuerung und Verbesserung der damaligen Betriebs-Dampfmaschinenanlagen. Ungefähr in derselben Zeit fanden auch unter seiner eifrigen Mitarbeit die ersten Versuche mit der Dieselmaschine statt, für deren zukünftige Ausgestaltung er viele wertvolle Anregungen gegeben hat. Mit der Einführung der Elektrotechnik in die industriellen Werke erwuchsen ihm neue Aufgaben im Ausbau und in der Vervollkommnung der elektrischen Kraftwerke und in der Elektrisierung der Werkstätten und ihrer Einrichtungen. In bedeutendem Maße hat sich Hartwig damals und auch in späteren Jahren beim Ausbau und Umbau der Gußstahlfabrik sowie bei dem Umbau der zu jener Zeit von der Firma Krupp übernommenen Germaniawerft und beim Bau der Friedrich-Alfred-Hütte beteiligt.

Als sich der Verstorbene in den folgenden Jahren der Marine-Artilleriekonstruktion zuwandte und später die Leitung der Artilleriewerkstätten übernahm, eröffnete sich seinem schöpferischen Geiste und seiner glänzenden konstruktiven Veranlagung ein neues, großes Feld der Betätigung, und alle die, welche in jenen Jahren mit ihm zusammenarbeiten durften, werden immer mit St und Freude an die Arbeiten zurückdenken, die in jenen Ta für unsere deutschen Schiffe und für unsere Küstenbefestig geleistet worden sind.

Der große Krieg stellte den Verstorbenen vor neue, gewal Aufgaben. Vieles mußte geschaffen werden, wozu Hartwig seines Geistes reichem Schatz immer wieder Vorschläge und A regungen brachte. Als Krönung seines Werkes darf wohl der l der gewaltigen Hindenburgwerkstä angesprochen werden, die noch k menden Geschlechtern von Hartw echtem Ingenieurgeist in Ausgestalt und Organisation zeugen werden und umzugestalten und der Friedensar in Gestalt des Lokomotiv- und Wa baues zuzuführen, er zuletzt als se Hauptaufgabe betrachtet hat.

Die Technische Hochschule Karlsruhe ehrte seine hervorragen Verdienste auf den verschiedenen bieten der Ingenieurwissenscha durch Verleihung der Würde ei Doktor-Ingenieurs ehrenhalber. preußische Staatsministerium berief zum außerordentlichen Mitgliede Akademie des Bauwesens. Der V waltungsrat der Hannoverschen H schulgemeinschaft zählte ihn mit S zu den Seinen, und dem Ruhrbezi verein des Vereines deutscher I nieure hat er bei mancherlei Gele heiten seine wertvolle Unterstützung gewandt.

Rudolf Hartwig war ein Mann vornehmer Denkweise, ruhigem sachlichem Wesen. Als aufrechte sönlichkeit echt deutscher Art wir allen, die ihn gekannt haben, unvers sen bleiben. Während der schweren Z die das Besetzungsjahr 1923 über u Ruhrgebiet brachte, hat er mit He Krupp von Bohlen und Halbach und zweien seiner Kollegen m als ein halbes Jahr lang im Gefängnis zu Düsseldorf verbra Auch hier hat er sich als aufrechter, deutscher Mann bewähı

Er lebte nur seinem Beruf und seiner Familie: Erhol von seiner anstrengenden Tagesarbeit suchte er in künstleris Dingen: er zeichnete recht gut, er war ein Meister der Form gebung; ihm war ein starker Schönheitssinn zu eigen, der nach mancherlei Richtung hin auswirkte. Hiervon zeugen sonders die von ihm ins Leben gerufenen Kruppschen Mon hefte. Vor allem liebte er auch die deutsche Muttersprache, er trefflich zu handhaben wußte und aus der er unbarmhe jedes Fremdwort auszumerzen verstand.

Nun ist er zur ewigen Ruhe eingegangen — möge er den Frieden finden, der ihm hier unter der Unruhe und Un die jeder neue Tag für ihn brachte, versagt geblieben ist.

[P 66

Über elektrische Schweißung.

Lichtbogenschweißung von Flußeisen.

Von Dr.-Ing. H. Neese, Oberhausen i. Rheinland.

Die Metallurgie der Flußeisenschweißung; chemische Zusammensetzung und Gefüge. Einfluß der Stromstärke. Festigkeit der verschiedenen Schweißverbindungen. Versuchsergebnisse von Schweißungen mit Gleich- und Wechselstrom; Leistungsversuche. Anwendungsmöglichkeiten der Schweißung und ihre Kosten.

Die Metallurgie der Schweiße.

D ie Benennungen „Schweiße“ und „schweißen“ sind irreführend; die Verbindung gleichartiger Metallteile in teigartigem Zustand unter Druckanwendung ohne Hin-...gen eines Fremdstoffes oder Zusatzstoffes ist das eigent-...e Schweißen, das Feuerschweißen. Bei der Lichtbogen-...eißung und bei der autogenen Schweißung kann man eher ...einer Lötung sprechen, wenn man sich von der Vor-...ung freimacht, daß zur Lötung zinn- oder kupferhaltige Zu-... nötig sind. Bei den genannten Verfahren, die man unter ...gutgewählten Sammelbezeichnung „Schmelzschweißung“ zu-...enfaßt, lötet oder gießt oder schmilzt man zwei gleich-... verschiedenartige Metallteile aneinander, meist unter Hin-...zung eines gleichartigen Zusatzstoffes in Drahtform. Aus ...r Überlegung geht hervor, daß der bei der Blechschweißung ...schmolzene Zusatzdraht (Schweißdraht) ein überaus ...ntlicher Bestandteil des fertigen Stückes ist und es auf ihn, ...lie Art des Einschmelzens und das Gefüge, das er nach dem ...hmelzen aufweist, in stärkstem Maße ankommt.

Immer wieder kann man die Feststellung machen, daß diese ...che und selbstverständliche Überlegung nicht genügend Be-...ichtigung findet. Da die Festigkeit eines Schweißstückes ...ler Schweißnaht als seinem schwächsten Teile abhängt, so ...en alle Umstände Berücksichtigung finden, die die Schweiße ...gend einer Weise beeinflussen.

Die chemische Zusammensetzung.

Die chemische Zusammensetzung wird zunächst durch den ...zten Schweißdraht beeinflußt. Man erzielt erfah-...sgemäß die besten Ergebnisse mit einem von Eisen-...itern möglichst freien Draht, einem sogenannten weichen ...t. In den Firmenanzeigen erscheint dieser Draht als Holz-...nschweißdraht. Man muß unbedingt annehmen, daß dar-... ein Draht oder Flußeisen, aus schwedischem Holzkohlen-...sen hergestellt, zu verstehen sei. Dem ist jedoch nicht so. ...versteht darunter handelsüblich einen Draht aus deutschem ...eisen aus dem Martinofen oder sogar aus der Thomasbirne, ...n Holzkohle geglüht ist. Die Glühung und damit die Be-...ung der durch das Ziehen hervorgerufenen Härtung ist ...; zwecklos.

Man benutzt diesen weichgeglühten Draht anscheinend in ...orstellung, mit weichem Draht auch weiche, d. h. auf Deh-... und Biegung zu beanspruchende Schweißen erzielen zu ...en. Zwei Drähte jedoch, aus dem gleichen Block gewonnen ...aher von gleicher Zusammensetzung, der eine Draht weich ...ht, der andre nicht weich geglüht, also im natürlichen ... das Ziehen hervorgerufenen Zustand der Härtung, haben ... dem Umschmelzen zu einer Schweiße die gleiche Zu-...ensetzung, also auch die gleichen physikalischen Eigen-...ten; denn die durch das Glühen hervorgerufene Gefüge-...ung, die den Draht weich macht, wird durch das Um-...lzen (elektrisch oder autogen) vollkommen aufgehoben.

Die Verwendung weichen, nicht weich geglühten ...es, d. h. eines Drahtes mit niedrigem Kohlenstoffgehalt ...r 0,1 vH), ist durchaus berechtigt. Einmal trägt der ...gekohlte Schweißdraht, also ein solcher von höherer ...gkeit, nicht zur Erhöhung der Festigkeit der Schweiße bei, ...r Kohlenstoffgehalt ausbrennt, während der Draht in ...ger Form auf die Schweißstelle übergeht und solange die ...eiße flüssig ist. Zudem verursacht kohlenstoffhaltiger ... leicht Blasenbildung, da der im Draht enthaltene Kohlen-...in Form von CO oder CO_2 aus der flüssigen Schweiße ent-...t, genau so wie er beispielsweise aus der im Martinofen ...llichen Schmelze entweicht (der Kohlenstoff kocht aus). ... diese Entgasung beendet ist, ist schon die Schweiße er-... und ein Teil des gebildeten Gases bleibt eingeschlossen ...ildet Hohlräume.

...ie gleichen Erscheinungen treten in der eigentlichen ...eißnaht auf, wenn man hochkohlenstoffhaltigen Stahl ...ißt; daher gilt das Schweißen von Stahl für besonders ...erig.

...ür die elektrische Lichtbogenschweißung gilt im be-...rn, daß die Verwendung eines Drahtes von höherem Kohlenstoffgehalt vermieden werden muß. Bei der autogenen Schweißung verflüssigt die Flamme des Schweißbrenners vorher eine Stelle des zu verschweißenden Bleches, die dann mit dem ebenfalls verflüssigten Schweißdraht verschmolzen wird; bei der Lichtbogenschweißung ist der Schweißdraht (die Elektrode) selbst der Träger der Schmelzhitze mit dem an seiner Spitze befindlichen Lichtbogen. Wenn der Lichtbogen gezogen wird, so beginnt gleichzeitig der Schmelzvorgang auf dem Blech und an der Drahtspitze. Wenn die Schmelzung an der Drahtspitze nun besonders früh vor sich geht, d. h. der verwendete Draht infolge seines niedrigen Schmelzpunktes sehr früh schmilzt, also hochkohlenstoffhaltig ist, so setzt die Verflüssigung der vom Lichtbogen getroffenen Stelle des Blechs verspätet ein. Das Blech und das vom Draht auf die Schweißstelle übergehende Zusatzeisen können nicht so weitgehend verschmelzen, wie wenn vor dem Schmelzen des Drahtes schon genügend Zeit zur Verflüssigung des Bleches vergangen ist. Mit anderen Worten: je höher der Schmelzpunkt des Schweißdrahtes (der Elektrode) liegt, desto günstiger verläuft das Einschmelzen oder das „Einbrennen“ des Lichtbogens in das Werkstück. Besonders auffallend ist der Einfluß des Schmelzpunktes des Zusatzdrahtes, wenn man einen Kupferdraht auf Eisen schmilzt. Infolge des niedrigen Schmelzpunktes des Kupfers tritt keine Kraterbildung, also kein Eindringen des Kupfers in das Blech ein.

Um das Eindringen zu verstärken, macht man sich auch den Umstand zunutze, daß bei der Schweißung mit Gleichstrom der positive Pol heißer ist als der negative. Man legt den heißeren Pol an das Werkstück und erzielt dadurch die größtmögliche Einbrenntiefe. Dies ist um so wichtiger, als das Werkstück auch eine größere Wärmeleitfähigkeit als der dünne Draht hat. Bei der Beschaffung des Schweißdrahtes muß daher aus verschiedenen Gründen darauf gesehen werden, daß der Kohlenstoffgehalt eine gewisse obere Grenze nicht überschreitet.

Wichtiger als die Analyse des Schweißdrahtes sind seine sonstigen Eigenschaften, die ihn als gut oder schlecht verschweißbar kennzeichnen. Diese Eigenschaften waren bisher durch physikalische oder chemische Untersuchungen nicht festzustellen. Mancher Draht von durchaus einwandfreier Analyse ist als Schweißdraht vollkommen unbrauchbar. Auch bei geringem Kohlenstoffgehalt brennt ein derartiger Draht nicht in das Werkstück ein; der Lichtbogen bewirkt auch bei Anwendung genügend hoher Stromstärke keine tiefe Kraterbildung auf dem Blech. Der Draht legt sich auf, ohne sich in genügender Tiefe mit dem Blech zu verbinden. Wenn auch ein einfaches Abmeißeln einer derartigen Schweißlage oder -Raupe nicht möglich ist, so zeigt doch der Querschliff deutlich, daß eine mittlere Einschmelztiefe von nur 0,2 bis 0,5 mm erreicht ist, während ein guter Draht unter Anwendung derselben Stromstärke und unter Benutzung derselben Blechstärke 1,5 bis 3 mm und mehr einbrennt.

Ferner zeigt ein nicht geeigneter Draht ein sehr nachteiliges Spritzen und Sprühen im Lichtbogen. Dieses Sprühen im Lichtbogen ist wohl zu unterscheiden von einem unruhigen Fluß der Schweiße, der auch fehlerhaft ist. Beide Erscheinungen treffen nicht immer zusammen. Das Spritzen scheint auf einen besonders hohen Gasgehalt zurückzuführen zu sein oder auf Abweichungen in der Zusammensetzung des üblichen Gasgehaltes von weichem Flußeisen. Eine andre Erklärung dürfte schwierig sein, jedoch haben zahlreiche Analysen keine zwingende Bestätigung dieser Ansicht gebracht. Drähte mit niedrigem Gehalt an Gas spritzten sehr stark, während Drähte mit hohem Gasgehalt ohne besonders starkes Spritzen verschweißt wurden.

Auch die Zusammensetzung der Gase gibt bis jetzt keinen Anhalt zur Erklärung dieser Erscheinung. In allen Fällen waren keine Einschlüsse im Schliffbild des Drahtes zu erkennen, die nach Menge oder Form darauf hingedeutet hätten, daß sie die Ursache des verschiedenen Verhaltens der Drähte sein könnten. Demnach scheint auch die Art der Herstellung des Drahtes nicht ausschlaggebend zu sein, obwohl man annehmen muß, daß eine Flußeisenschmelze, die mit einem hohen Hundertsatz an Desoxydationsmitteln fertig gemacht wurde, mehr Verunreinigungen enthält, als eine solche, die einen geringeren Aufwand an Desoxydationsmitteln braucht.

Drähte, im Vakuum erschmolzen, sowie solche, die in reduzierender oder oxydierender Atmosphäre oder unter Luftabschluß geglüht wurden, waren nach dem Glühen nicht besser verschweißbar als vordem.

Es ist z. Zt. nur möglich, durch sorgfältige Prüfung einer jeden Ofenschmelzung oder noch besser eines jeden Blocks die Eignung des Eisens als Schweißdraht festzustellen. Man muß zu diesem Zweck verschiedene Schweißversuche durchführen unter gleichzeitiger scharfer Beobachtung des Drahtes, des Lichtbogens und der flüssigen Schweiße sowie durch anschließende Festigkeitsversuche und metallographische Untersuchungen. Das Spritzen des Drahtes tritt sogar deutlich meßbar in Erscheinung; je nach der Güte des Drahtes fällt der Abbrand beim Schweißvorgang von 25 vH bis auf 10 vH.

Das Spritzen verschlechtert die Schweiße außerordentlich. Soweit die zahllosen kleinen Kugeln und Tropfen links und rechts *neben* der Schweiße niederfallen, richten sie kein Unheil an, wenn der Schweißer vor Aufbringen der weiteren Schweißlagen das Blech mit Meißel und Bürste gründlich säubert. Sehr viele der Oxydkugeln rollen aber in die Schweißfuge (Schweißnaht) hinein, so daß sie mitverschweißt werden. Sie machen die Schweiße noch spröder, als sie ohnehin schon ist. Diese Kügelchen und Spritzer sind mit einem Oxydmantel umgeben, der ihr Verschmelzen hindert. Sie sind als Fremdkörper, als Einschlüsse von beträchtlicher Größe in der Schweiße enthalten und vermindern ihren Querschnitt. Man kann diese Einschlüsse unter dem Mikroskop sehr gut feststellen; vor allem finden sie sich im Grund der Schweiße, ein Beweis dafür, daß sie mehr auf Spritzer der obengenannten Art als auf normale Oxydierungserscheinungen zurückzuführen sind. Abb. 1 zeigt einen solchen Einschluß sehr deutlich. Aber auch wenn diese Einschlüsse vollkommen eingeschmolzen werden, so erhöhen sie den Sauerstoffgehalt der Schweiße und tragen dadurch sehr zu ihrer Verschlechterung bei. Schweißen mit stark spritzendem Draht hatten einen Sauerstoffgehalt von 0,318 vH gegenüber Schweißen, mit gutem Draht hergestellt, von nur 0,243 vH.

RZ 47021

Abb. 1. Schweiße, geätzt. Einschluß eines Oxydtröpfchens (Schweißspritzer mit unverschmolzenem Oxydmantel). Schwarze Nadeln: Nitritnadeln; 120 × vergrößert.

Dieser hohe Sauerstoffgehalt kennzeichnet alle elektrischen Schweißen. Die starke Sauerstoffaufnahme ist darauf zurückzuführen, daß das Eisen der Elektrode in flüssigem und dampfförmigem Zustand, also in feinster Verteilung auf die Schweißstelle übergeht; auf diesem Wege durch die Luft haben Sauerstoff und Stickstoff der Luft Gelegenheit, sich mit dem feinverteilten Eisen zu verbinden. Außerordentlich hoch ist die Stickstoffaufnahme. Bei den gewöhnlichen hüttenmännischen Verfahren tritt die Verwandtschaft des Stickstoffes zum Eisen kaum in Erscheinung; im Lichtbogen dagegen besteht diese Verwandtschaft in hohem Maße. Wenn man atmosphärische Luft durch einen Lichtbogen hindurchsaugt, so entsteht aktiver St stoff. Aus Zahlentafel 1 geht die Steigerung des Sauerst und Stickstoffgehaltes hervor sowie die Veränderungen, die übrigen Eisenbegleiter durch den Schweißvorgang erfah Auf die hohe Stickstoff- und Sauerstoffaufnahme ist die man hafte Dehnung und Biegung der Schweiße hauptsächlich zur zuführen.

Die autogene Schweißung zeigt diesen Nachteil nicht; einer sachgemäß hergestellten autogenen Schweißung steigt Stickstoffgehalt nur bis auf 0,0175 vH gegenüber 0,122 vH der elektrischen Schweißung. Aus Zuschriften aus dem Aus und auch aus der ausländischen Literatur ist zu entnehmen, man den Gehalt der Schweiße an Sauerstoff und Stickstoff weniger wichtig hinzustellen versucht mit der Begründung, flußreicher als *diese* Verschlechterung der Schweiße sei jenige, die dadurch hervorgerufen würde, daß der Quersch einer Schweiße um 10 bis 25 vH geschwächt sein könnte vielfach auch geschwächt sei durch unganze, d. h. nicht schmolzene Stellen, sowie durch Blasen und Schlackeneinschlü

Dies dürfte eine irrige Ansicht sein. Die letztgenan Fehler lassen sich vermeiden, sie sind zum mindesten kein wendiges Erfordernis oder eine ständige Begleiterscheinung Schweiße. Dagegen läßt sich der hohe Stickstoff- und Sa stoffgehalt nicht unterdrücken. Mit ihm *muß* man rech nicht aber mit 20 vH Fehlstellen. Den zahlenmäßigen Be für den Einfluß gut und schlecht verschweißbaren Dra bringen die Versuchsreihen in Zahlentafel 2. Reihe 1,

Zahlentafel 2. Ergebnis von je 10 Einzelversuchen; einseitige Kehlschweißung.

Reihe	Querschnitt der Probe mm	Bruchlast kg	Zerreißfestigkeit kg/mm²
1	50 × 10	9700	19,5
2	50 × 10	5700	11,5
3	50 × 10	7400	14,9

10 Einzelproben bestehend, ist hergestellt mit einem Draht S.-M.-Flußeisen, der sich als gut verschweißbar gezeigt h Die Analyse ist die eines normalen S.-M.-Drahtes:

0,04 vH C, 0,5 vH Mn, 0,04 vH P, 0,03 vH S, Spuren Si.

Reihe 2 besteht ebenfalls aus 10 Zerreißproben und ist bedeutend reinerem Draht hergestellt. Dieser Draht zeigte Schweißen die obengenannten Fehler. Seine Analyse ergab:

0,04 vH C, 0,1 vH Mn, 0,01 vH P, 0,03 vH S, Spuren S

Reihe 3 ist von einem Thomasdraht gewonnen:

0,07 vH C, 0,47 vH Mn, 0,082 vH P, 0,054 vH S, Spuren

Man ersieht aus einem Vergleich von Reihe 1 und 3, Herstellungsart und Analyse von Bedeutung sind, der Vergl mit Reihe 2 zeigt, daß gute Analyse und Herstellungsart al kein Maßstab für die Güte des Eisens sind.

Man hat alle möglichen Mittel versucht, um die oben zeigten Fehler der elektrischen Schweißung zu beseiti Größere oder dauernde Erfolge sind bisher nicht erzielt wor Nach Versuchen, die im Gange sind, ist jedoch wenigstens weise mit einem Erfolge zu rechnen. Es hat sich gezeigt, man u. U. den Sauerstoff- und Stickstoffgehalt durch Anwend verschiedener Desoxydationsmittel von rund 0,120 vH auf 0,0 und bis auf 0,051 vH herabdrücken kann. Die im Handel bef lichen Elektroden, die man in Deutschland seit 20 und m

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung von Schweißdraht und Schweißen.

Schweißdraht							Schweiße						
C	Mn	P	S	Si	N	O	C	Mn	P	S	Si	N	O
0,002	0,038	—	—	—	0,004		0,017	0,023	—	—	—	0,13	–
0,15	0,47	—	—	—	0,003		0,025	Sp.	—	—	—	0,14	–
0,136	0,35	0,015	0,03	0,11	—		0,03	0,037	0,02	0,031	–	—	–
							0,03	0,1	0,06	0,04	Sp.	—	–
0,04	0,5	0,04	0,03	Sp.			0,04	0,12	0,063	0,035	Sp.	—	–
							0,03	0,1	0,035	0,02	Sp.	—	–
							0,015	0,2	0,04	0,033	—	0,108	0,2
0,08	0,46	0,042	0,038	Sp.	0,005	0,103	0,02	0,31	0,041	0,03	—	0,116	0,2
							0,021	0,24	0,044	0,032	—	0,123	0,3
Die beiden folgenden Reihen beziehen sich auf autogene Schweißung													
0,04	0,32	0,043	0,04	Sp.	0,006	0,122	0,03	0,28	0,04	0,037	Sp.	0,0172	0,1
0,06	0,27	0,04	0,037	Sp.	0,004	0,112	0,05	0,26	0,042	0,035	Sp.	0,0163	0,1

n benutzt, um die Schweißung zu erleichtern und zu ver-
rn, drücken den Stickstoff- und Sauerstoffgehalt nicht
tlich herab, bewirken also auch keine nennenswerte Steige-
der Biegefähigkeit einer Schweiße. Auch die Schmiedbar-
st im allgemeinen nicht sehr gut. Trotzdem ist es falsch,
haupten, eine elektrische Schweißung sei nicht schmiedbar.
kann eine mit guten Elektroden sachgemäß hergestellte
iße von 20 mm Dicke auf 2 mm Dicke ausschmieden, ohne
ich Risse zeigen.

Ein eigenartiges Verfahren, um die Luft von dem Licht-
fernzuhalten, wendet die Quasi-Arc-Schweißung an. Man
lt den Draht mit Asbestschnur und legt darunter längs des
es einen dünnen Aluminiumfaden als Desoxydationsmittel.
icke Asbestumhüllung schmilzt oder verschlackt im Licht-
und schützt so das flüssige Eisen vor allzu inniger Be-
ng mit der Luft. Die starke Schlackenbildung ist überaus
lich; außerdem ist die Schweißung infolge des hohen
s der Elektroden sehr teuer. Die Quasi-Arc-Schweiße ver-
Biegungsbeanspruchungen recht gut.

Die sonst üblichen Umhüllungen der Elektrode sind be-
t, den Eisenlichtbogen zu schützen, die flüssige Schweiße
decken und ein leichtes Verschlacken der Oxydations-
gnisse zu bewirken. Versuche mit verschieden zusammen-
ten Umhüllungen zeitigten keine großen Erfolge[1]). Wenn
ißungen mit nicht umhüllten Drähten 23,8 kg/mm² Festig-
eigten, so ergaben Schweißungen mit umhüllten Drähten
keitswerte von 16,4 bis 26,0 kg/mm².

mmerhin erleichtern Elektroden mit Umhüllung die
ißung. Die Umhüllung vergast im Lichtbogen und stabi-
e ihn merklich, d. h. er reißt nicht so leicht ab. Auch die
r flüssigen Schweiße befindliche flüssige Schlacke, aus der
llung stammend, sendet Gase aus. In diesem Gasmantel
ich die Schweißarbeit leichter ausführen. Dies gilt ganz
ders für Schweißung mit dem Wechselstrom-Lichtbogen.
richtig zusammengesetzte Umhüllung bildet auch eine
flüssige Schlacke, die das Aufsteigen von Verunreini-
n aus dem Schmelzbade erleichtern kann. Allerdings muß
usammensetzung derart gewählt werden, daß die ent-
de Schlacke nicht das Bestreben hat, die Eisenkristalle zu
len, also Schlackenhäutchen zu bilden, sie muß sich vielmehr
g zusammenballen. Die S c h l a c k e n schicht haftet nicht
t auf der Schweiße wie die O x y d schicht beim Schweißen
ckten Drähten; die Oberfläche der Schweiße läßt sich da-
ichter metallblank machen.

Das Gefüge der Schweißung.

Der „Guß" wird vorgenommen mittels einer sehr starken
equelle, dem Lichtbogen, die „Form" besteht aus Eisen
zu schweißenden Blech). Dies bedeutet, daß sehr hoch
es Eisen in eine kalte, dazu noch stark wärmeleitende
gegossen wird. Die Folgen sind klar: einmal ausge-
ene Gußstruktur, nadeliges Gefüge, grobe Kristalle, Ab-
kungserscheinungen jeder Art; zum andern hohe Festig-
nd geringe Dehnung. (Die hohe Festigkeit wird außerdem
t durch den hohen Stickstoffgehalt, da $^1/_{10}$ vH Stickstoff
stigkeit um 20 vH steigert.)

[1]) „Stahl und Eisen" Bd. 42 (1922) Nr. 26 bis 31.

RZ47022

Abb. 2. Querschnitt einer Schweiße. Helle Zone im Blech, Einzelschweißlagen; Schlackeneinschlüsse unter der obersten Lage; Gefügeunterschiede sind erkennbar, desgl. Einbrennwirkung des Lichtbogens in die Bleche (× 1,6).

Ein polierter ungeätzter Schliff einer von einem geübten Schweißer ausgeführten Schweiße zeigt im allgemeinen eine gute Verbindung zwischen Blech und Schweiße, seltener, als man erwarten sollte, zeigen sich Fehlstellen an der eigentlichen Schweißnaht. Blasen und Schlackeneinschlüsse zeigen sich mehr in dem eingetragenen Schweißgut. Irgendwelche Gesetzmäßigkeiten hinsichtlich der Verteilung derartiger Einschlüsse lassen sich nicht feststellen.

Die primäre Ätzung des Querschnittes läßt die einzelnen Schweißlagen deutlich erkennen, Abb. 2. Sie zeigen fast stets verschiedene Helligkeit. Nach Whiteley[2]) sind diese Farbenunterschiede ebenso wie die helle Zone im verschweißten Blech auf das Vorhandensein von FeO in gelöster Form zurückzuführen.

Das durch die sekundäre Ätzung entwickelte Kleingefüge der Schweißung kann sehr große Unterschiede zeigen, es kommt dabei sehr auf die Dicke der Schweiße (des Bleches) an und auf die Anzahl der Einzelschweißlagen, die nach- und übereinander aufzutragen waren. Namentlich bei größeren Wanddicken findet man sehr große Kristalle wie bei nicht vergütetem Stahlguß. Diese großen Kristalle treten aber bei dickeren Schweißen nur in den oberen Lagen auf, während die unteren Lagen meist sehr feines Gefüge zeigen, Abb. 3. Dies ist eine Folge des Ausglühens; genau wie man bei Stahlguß durch Glühen bei Ac_2 (930 bis 730 °C je nach dem Kohlenstoffgehalt) ein feines Gefüge erhalten kann, so erhalten es hier die unteren Lagen der Schweiße nur durch das Auftragen der weiteren oberen Lagen, was stets mit einem nochmaligen Erwärmen der vorher eingeschmolzenen Schweißlagen verbunden ist. Dieses Ausglühen und damit die Kornverfeinerung ist sehr erwünscht, man sollte daher, wenn irgend angängig, stets zwei Lagen auch bei dünnen Blechen auftragen und anderseits mit dem Auftragen der späteren Lagen nicht warten, bis die zuerst eingeschmolzene Lage schon vollständig erkaltet ist, d. h. man soll eine längere Naht so schweißen, daß man sie stückweise vollkommen fertigstellt in Längen von 10 bis 15 cm.

[2]) Iron and Steel Institute 1921, „Stahl u. Eisen" Bd. 41 (1921) S. 1579.

Z 023

Abb. 3.
ere Schweißlage, ausgeglüht durch ufbringen weiterer Schweißlagen; feines, einwandfreies Gefüge (× 120).

RZ47025

Abb. 5.
Gußgefüge einer Schweiße (rd. × 100).

Abb. 4. Rechts: normales Gefüge von gewalztem Flußeisen (Zeilenstruktur); links: nicht Schweißnaht, sondern Umwandlung der Zeilenstruktur durch die Wärmeeinwirkung des Lichtbogens (× 60).

Die Ausglühwirkung macht sich auch im verschweißten Blech bemerkbar. Der lamellare Perlit wird in 2 bis 5 mm Entfernung von der Verbindungsnaht zwischen Blech und Schweiße in körnigen Perlit umgewandelt, was beweist, daß das Blech auf etwa 700 bis 730 °C (Ac_1) erhitzt wurde. Unmittelbar neben der Schweißnaht verschwindet die für gewalztes Flußeisen kennzeichnende Zeilenstruktur, und eine ausgesprochene Kornverfeinerung ist festzustellen. Das läßt erkennen, daß Temperaturen von 900 °C erreicht worden sind, jedoch gefolgt von schneller Abkühlung infolge der kurzen Dauer der Einwirkung des Lichtbogens und der schnellen Wärmeableitung durch das Blech, Abb. 4. In dünnen Blechen und ihren Schweißen findet man sehr oft typische Überhitzungserscheinungen und die sogenannte Gußstruktur, Abb. 5. In dicken Blechen (Schweißen) ist diese Struktur selten, da sie durch das selbsttätige Ausglühen durch weitere Schweißlagen beseitigt wird. Der Einfluß dieses Ausglühens in dickeren Blechen ist so stark, daß man oft in einer Schweiße sämtliche Gefügearten eines Flußeisengußstückes vorfindet: von äußerst feinem Korn (unten) bis zu stärksten Überhitzungserscheinungen (oben).

Ferner findet man in allen ausgeglühten Schweißen Nitritnadeln, eine Folge des oben erwähnten hohen Stickstoffgehaltes. Abb. 1 zeigt die dunklen Nitritnadeln sehr deutlich.

Überhitzung, schnelle Abkühlung und Aufnahme von Sauerstoff und Stickstoff wirken zusammen, um die Kalt- und Warmbildsamkeit der Schweiße außerordentlich zu beeinträchtigen. Schon ein Stickstoffgehalt von $^1/_{10}$ vH läßt die Dehnung auf 0 vH sinken. Es muß also das Streben dahin gehen, den Gehalt an Stickstoff und Sauerstoff möglichst zu verringern und anderseits jede Möglichkeit zu erschöpfen, die eine Steigerung der mechanischen Eigenschaften der Schweiße einschließt. Dazu gehört auch die Anwendung der richtigen, in Einzelfällen verschiedenen Stromstärken. Diese beeinflußt in hohem Maße die Festigkeit und auch die chemische Zusammensetzung.

1. Es handelt sich nicht um Paradeversuche, sond Werte, die von einem Schweißer mittlerer Fähigkeit u kurzer Ausbildungszeit erzielt worden sind. Sie sind al untere Durchschnittswerte zu betrachten und jederzeit reichen.

2. Den beim Schweißen entstehenden natürlichen der Schweißnaht hat man durch Abschleifen entfernt, u Querschnitt der Schweiße gleich dem des Bleches zu n und um ihn genau messen zu können. Tatsächlich entfern den Wulst der Schweißnaht fast nie, da er nur einen ka merkbaren Schönheitsfehler darstellt. Infolgedessen kan in der Praxis mit höheren Werten rechnen.

Ergänzungsversuche ergaben für V-Schweißung an Blech, Breite der Proben 60 mm:

Bruchlast	23 500	23 050	24 450	23 430	24 000	24 100 kg
Festigkeit	39,2	38,5	40,7	39,0	40,0	40,2 kg/

Festigkeit im Mittel 39,51 kg/mm²

Die Proben 1, 2, 3, 4 und 6 rissen im ungeschweißten Die X-Schweißung ergab ähnliche Werte, im Mittel 39,74 k Man kann also rund 100 vH der Festigkeit des Bleches err

Die Werte sind ohne größere Bedeutung, da sie me Festigkeit des Bleches als die der Schweiße darstellen. sind Dehnungswerte, die bei derartigen Versuchen ermittel den, ohne Interesse, da auch sie die Dehnung des Blech nicht die der Schweiße angeben. Einwandfreie Werte die Dehnung der Schweiße kann man nur erhalten, wen Proben ganz aus Schweiße herstellt. Es ergibt sich dan Bild nach Zahlentafel 3.

Zahlentafel 3.

Probe	Festigkeit kg/mm²	Fließgrenze kg/mm²	Elastizitätsgrenze kg	Dehnung vH	Einsch v
1	41,25	29,0	18 000	8,2	1
2	38,50	24,6	13 100	6,5	1
3	39,40	25,2	13 300	16,0	2
4	41,00	—	—	18,0	2

Abb. 6. Kehlschweißung.

Abb. 7. Stumpfstoß-V-Schweißung.

Abb. 8. Stumpfstoß-X-Schweißu

Der Einfluß der Stromstärke.

In Schweißen, die mit einer Stromstärke von nur 60 A hergestellt waren, waren nach Paterson 0,6 vH O und 0,16 vH N vorhanden. Bei Anwendung höherer Stromstärken fiel der Gehalt an Sauerstoff und Stickstoff stetig, um bei etwa 160 A den niedrigsten Gehalt zu erreichen[1]).

80	100	120	140	160	180 A
0,45	0,35	0,29	0,252	0,252	0,27 vH O
0,14	0,12	0,11	0,10	0,11	0,12 vH N

Diese Feststellung ist äußerst wichtig. Je größer die Stromstärke innerhalb praktischer Grenzen ist, desto dünnflüssiger ist das Bad und desto eher haben Oxyde und sonstige Verunreinigungen Gelegenheit, aus der Schmelze nach oben zu steigen und dadurch die Eigenschaften der Schweiße zu verbessern. Dies erklärt auch, daß beim Schweißen bestimmter Blechdicken nur bestimmte Stromstärken einen besten Wert an Festigkeit ergeben. Aus umfangreichen Versuchen[2]), die 1000 und mehr Einzelproben umfassen, seien an Hand der Schaulinien, Abb. 6 bis 8, einige Ergebnisse mitgeteilt. Es zeigt sich deutlich, daß je nach der Blechdicke die Stromstärke verschieden sein muß, wenn man die günstigsten Werte erhalten will. Die Ergebnisse dieser Versuche stimmen ausgezeichnet mit der von Paterson festgestellten Abhängigkeit des Sauerstoff- und Stickstoffgehalts von der Stromstärke überein.

Es muß bei der Beurteilung der in Abb. 6 bis 8 mitgeteilten Festigkeitswerte zweierlei besonders beachtet werden:

[1]) Electrical Review 4. Februar 1921.
[2]) „Stahl und Eisen" Bd. 42 (1922) Nr. 26 bis 31

Die Proben 1 und 2 sind in üblicher Weise mittels drahtbürste, die Proben 3 und 4 dagegen mittels Sandstra reinigt.

Nicht mit besondrer Sorgfalt, sondern in werkstattmä Ausführung hergestellte Proben gleicher Art ergaben die in Zahlentafel 4.

Zahlentafel 4.

Probe	Dmr. mm	Fließgrenze kg	Bruchlast kg	Festigkeit kg/mm²	Dehnung vH	Einschn v
1	20,14	7900	10600	35,5	8,0	12
2	20,65	7050	11600	36,9	8,0	15
3	20,05	7340	11600	36,9	8,7	21

Die Proben 2 und 3 waren mit umhüllten Elektroden herge

Auch Zahlentafel 5 läßt den Einfluß der Stromstärke wandfrei erkennen[3]). Weitere Festigkeitswerte von V-Sc ßungen und von überlappten Schweißungen geben Zahle 6[4]), 7[4]) und 8[5]). Auffallend ist hier, daß die schwierigs der Schweißung „über Kopf", etwa 90 vH der besten Wer reicht. Bei diesen und den folgenden Werten der Zahlentaf hat man den entstandenen Schweißwulst nicht entfernt u eine natürliche Verstärkung geschaffen.

[3]) Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers 1918
[4]) Revue de Métallurgie 1921 S. 201.
[5]) „Engineering" Bd. 108 (1919) S. 25.
[6]) „Mechan. Eng." Bd. 29 (1919) S. 452

ıbb. 9. Doppelt genietete Überlappung; 19 mm-Niete.

5 t: Keine Bewegung.
0 t: Verstemmung sichtbar offen.
5 t: Verstemmung sichtbar offen an beiden Seiten.
0 t: Verstemmung öffnet sich weiter.
0 t: „ kein Riß.
0 t: beide Verstemmungen offen, bei A 0,79 mm, bei B 1,98 mm.
6 t: Bruch, alle Niete abgeschert.

Abb. 10. Dreiteiliger Stoß.

Bei 20 t: Verstemmung bei A sichtbar.
„ 30 t: „ „ A offen.
„ 40 t: „ „ A „
„ 50 t: „ „ A „
„ „ B beginnt sich zu öffnen. Belastung unterbrochen. Verstemmung bei A geschlossen bis auf 0,7 mm.
„ 60 t: Verstemmung bei A offen.
„ 109 t: Bruch durch Blech bei $X-X$.

Abb. 11. Überlappung mit 19 mm-Nieten, kräftige senkrechte Schweißung.

Blech brach bei A bei 111 t Belastung; Schweißung bei dieser Belastung unversehrt.

ı. 12. Überlappung mit 19 mm-Nieten, leichte senkrechte Schweißung.

chweißung brach an beiden Fugen. Belastung 101 t.

ı 13. Verlaschter Stoß; Stoß senkrecht geschweißt.

. Belastung allmählich gesteigert.
B 70 t: Keine Änderung.
117 t: Probe riß 101,6 mm lang im Blech, 203,2 mm in der Schweiße.

Abb. 14. Zwei Bleche mit dem senkrechten Blech durch Winkel und Niete verbunden.

Versuchsergebnisse.

Belastung	Durchbiegung bei A	Durchbiegung bei B
15 t	$\frac{4}{1000}$	$\frac{38}{1000}$
20 t	$\frac{26}{1000}$	$\frac{1}{8}$
30 t	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$
56 t	Die Niete bei C rissen.	

Abb. 15. Zwei Bleche mit dem senkrechten Blech durch Niete und Schweißung verbunden.

Bei 20 t: Keine Bewegung.
„ 40 t: „ „
„ 60 t: „ „
„ 74 t: Schweißung am Fuß eines Winkels gebrochen.

Abb. 16. Zwei Bleche durch Schweißung mit dem senkrechten Blech verbunden.

Schweißung gebrochen bei 196 t Belastung.

ıbb. 9 bis 16[1]) sowie 17 und 18[2]) zeigen eine Gegenüber- lıg von Niet- und Schweißproben, die sämtlich die große egenheit der Schweißung über die Nietung erkennen s.

Nach Versuchen von Diegel[3]) ist die Biegung autogener eißen bedeutend besser als die elektrischer Schweißen. Wenn man mit gleich großer Sorgfalt hergestellte Proben um einen geringen Betrag ausschmiedet und sachgemäß ausglüht, also vergütet, so dürfte man die gleichen Werte hinsichtlich der Biegung erhalten. Wenn man dagegen nicht geschmiedete und geglühte Proben biegt, so ist die autogene Schweißung der elektrischen Schweißung überlegen.

Zahlentafel 5. Einfluß der Stromstärke.

Stromstärke in A	89	123	158
..keit . . . . . kg/mm²	32,5	35	42
..ıng . . . . vH	5,0	6,2	8,9
..r ehung	0,67	0,75	0,86
..egng . . . . Grad	32	45	54

Zahlentafel 6. Überlappte Schweißung von Blech.

A der Proben	Abmessungen Über-lappung	Breite	Dicke	Quer-schnitt	Bruch-last	Festig-keit
	mm	mm	mm	mm²	kg	kg/mm²
..g chweißt. .		139,7	6,25	887	39 930	45,0
..sc weißt . . .	38,10	152,4	6,35	968	40 740	42,05
..g chweißt. .		50,8	12,70	645	28 850	44,70
..sc weißt . . .	50,8	127,0	12,70	1613	55 780	40,80
..g chweißt. .		50,8	19,05	968	42 650	44,10
..s weißt . . .	57,15	127,0	19,05	2419	90 930	37,56

er Bruch erfolgte 15, 13 und 14 cm neben der Schweißstelle.

Abb. 17 und **18**. Vergleichversuche an genieteten und geschweißten Stößen.

Abb. 17. Genietetes Probestück.

Bei 10 t: Keine merkbare Veränderung.
„ 15 t: Dichtung auf der einen Seite 0,85, auf der andern Seite 0,127 mm geöffnet.
„ 20 t: wie vor auf der einen Seite 3,17, auf der andern Seite 3,17 mm geöffnet.
„ 40 t: wie vor auf der einen Seite 11,11, auf der andern Seite 11,11 mm geöffnet.
„ 49 t: die Niete sind durch das Winkeleisen gezogen.

Abb. 18. Geschweißtes Probestück.

Bei 50 t: Keine Veränderung.
„ 100 t: „ „
„ 125 t: „ „
„ 170 t: „ „
„ 209 t: Bruch durch die Bleche, Schweißung ohne Fehler.

[1] „Engineering" Bd. 108 (1919) S. 25.
[2] „Mechan. Eng." Bd. 29 (1919) S. 452.
[3] „Stahl und Eisen" Bd. 42 (1922) S. 1309.

Zahlentafel 7. V-Schweißung an Blech von 41,6 bis 48,0 kg/mm² Zugfestigkeit.

Blechdicke	Art der Schweißung	Zugfestigkeit aus 5 Versuchen	Bieg.-Winkel aus 4 Versuchen	Zeit zum Schweißen von 250 mm	Mittlere Lichtbogensp.	Mittlere Stromstärke
mm		kg/mm²	°	min	V	A
6,3	liegend	40,0	70	20	24,0	70
12,7	„	33,6	64,5	27	24,0	108
12,7	wagrecht	30,4	18	58	26,5	100
12,7	senkrecht	32,0	34,25	47	27,7	117,5
12,7	über Kopf	37,8	52,25	63	26,5	82
19	liegend	40,8	27,25	49	27,9	120
25,4	„	35,2	17,25	69	27,9	130

Zahlentafel 8. V-Schweißung.

Art der Proben	Abmessungen Breite	Abmessungen Dicke	Querschnitt	Bruchlast	Festigkeit	Verh. zum Blech
	mm	mm	mm²	kg	kg/mm²	vH
ungeschw.	50,8	6,35	322	13 460	41,7	—
geschw. . .	355,6	6,35	2258	90 420	40,0	96
ungeschw.	50,8	12,70	645	28 830	44,7	—
geschw. . .	266,7	12,70	3387	143 250	42,2	94
ungeschw.	50,8	19,05	968	40 380	41,8	—
geschw. . .	165,1	19,05	3175	121 900	38,4	92

Der Bruch erfolgte stets in der Schweißstelle.

Zahlentafel 9. Zerreißversuche an Blechen verschiedener Dicke.

Probestab	Querschnitt	Elastizitätsgrenze	Zerreißfestigkeit	Dehnung
	mm	kg/mm²	kg/mm²	vH
ungeschweißt .	7,41 × 49,53	32,64	47,20	27,5
	7,46 × 49,53	31,96	47,52	22,4
geschweißt . .	7,41 × 51,05	31,68	47,84	16,3
	7,41 × 51,05	32,18	47,84	21,9
ungeschweißt .	13,41 × 50,54	28,32	45,28	29,5
	13,28 × 51,05	29,13	44.96	28,0
geschweißt . .	13,28 × 50,88	27,60	44,00	20,6
	13,20 × 51,30	27,04	44,00	20,0
ungeschweißt .	18,79 × 50,80	28,31	48,16	25,0
	18,84 × 51,05	24,32	46,56	31,5
geschweißt . .	18,84 × 50,80	26,40	45,91	20,0
	18,74 × 50,80	25,44	46,08	19,4
ungeschweißt .	24,58 × 50,54	22,24	46,72	27,8
	24,69 × 50,54	22,24	46,60	31,1
geschweißt . .	24,53 × 50,54	22,88	46,40	21,3
	24,51 × 50,80	22,88	46,24	18,3

Alle Proben sind außerhalb der Schweißnaht gerissen.

Schweißung mit Gleich- und Wechselstrom.

Bei allen Proben handelt es sich um Schweißungen mit Gleichstrom. Neuerdings werden auch mit Wechselstrom Schweißungen ausgeführt. Die Ansichten über die Vor- oder Nachteile der einen oder andern Stromart sind noch nicht geklärt. Bisher vorgenommene Versuche ergaben, daß der Wechselstromschweißung nicht unbedingt der Vorzug der Billigkeit nachgerühmt werden darf. Anderseits scheint es, als ob mit Wechselstrom nicht die gleich günstigen Festigkeitergebnisse erzielt werden können wie mit Gleichstrom.

Bei Gleichstrom-V-Schweißungen an Blechen von 10 mm Dicke, wurden bei abgeschliffenem Wulst im Mittel 32 bis 38 kg/mm² Festigkeit erzielt. Dagegen gelang es bei Durchführung von Wechselstromschweißungen an Proben genau der gle[ichen] Art nicht, über 30,8 kg/mm² Festigkeit hinauszukommen. Durchschnittswerte von je 10 Proben waren folgende:

Bei 120 A Schweiß-Stromstärke 24,80 kg/mm²
„ 150 „ „ „ 25,40 „
„ 180 „ „ „ 30,80 „
„ 210 „ „ „ 30,05 „

Auch hier ist eine Steigerung der Festigkeit in Verbindun[g] der Steigerung der Stromstärke erkennbar. Weitere Ver[suche] ergaben bei der Schweißung von je drei Proben von 10 mm [und] 20 mm Blechdicke keinen größeren Unterschied in Abhängi[gkeit] von der Blechdicke, s. Zahlentafel 10.

Zahlentafel 10.

Stromstärke A	10 mm-Blech Festigkeit kg/mm²	10 mm-Blech Festigkeit in vH von 40 kg/mm²	20 mm-Blech Festigkeit kg/mm²	20 mm-Blech Festigkeit in vH von 40 kg/mm²
130	25,77	65	24,90	62
150	25,27	64	25,69	64
180	26,23	67	25,93	64,5
215	29,17	73	28,71	72

Auch Schweißproben, die von einem Wechselstrom-Schwei[ßma]schinen herstellenden Werke zur Verfügung gestellt wurde[n, er]gaben keine besseren Werte, nämlich:

8 12 20 mm Blechdicke,
29,9 28,8 28,2 kg/mm² Festigkeit.

Die Proben waren leicht geschmiedet. Bei sämtli[chen] Wechselstromproben war der Schweißwulst in gleicher V[eise] entfernt wie bei den Vergleichs-Gleichstromproben.

Allen Proben war gemeinsam, daß sie im polierten Schliff [...] Poren und Blasen zeigten als Gleichstromschweißungen, [die] von demselben Schweißer mit denselben Elektroden herge[stellt] worden waren. Außerdem ist stets der Scheitel des Win[kels, ...] den eine Schweißnaht bildet, bei Schweißung mit Wechsels[trom] schlecht oder gar nicht verschweißt. Der Wechselstrom[licht]bogen ist unruhiger, er läßt sich nicht so genau führen un[d an] eine bestimmte Stelle hinzwingen, wie der Gleichstrom[licht]bogen. Darauf ist anscheinend das weniger gute Verschw[eißen] des Scheitels des Schweißwinkels zurückzuführen. Das H[alten] des Lichtbogens während des Schweißens ist schwieriger [als] bei Verwendung von Gleichstrom; selbst nach wochenla[ngem] Schweißen mit Wechselstrom benutzt ein geübter Schweißer l[ieber] den Gleichstromlichtbogen.

Man kann bei Gleichstrom-Leerlaufspannung von [...] einwandfrei Schweißungen ausführen; der Lichtbogen [reißt] nicht ab. Bei 60 V Wechselstrom-Leerlaufspannung ist [das] Ziehen und Halten eines Lichtbogens kaum möglich. [Man] geht daher bis auf 70 und 80 V Leerlaufspannung und da[rüber] hinaus. Das bedeutet eine gewisse Gefahr für den Schwe[ißer;] ferner lassen sich nur mit kurzem Lichtbogen (d. h. nied[riger] Schweißspannung) gute Schweißen ausführen. Je höher [die] Leerlaufspannung ist, desto leichter kann der Schweißer [das] Gesetz verletzen, einen möglichst kurzen Lichtbogen zu ha[lten.] Je niedriger die Spannung am Lichtbogen ist, desto kürze[r ist] er und desto kürzer ist auch der Weg des Eisens von der [Elek]trode zum Blech. Ein kurzer Lichtbogen ergibt daher auch [...] die besten Schweißen, da durch den kurzen Weg des Eisens d[urch] die Luft eine geringe Sauerstoff- und Stickstoffaufnahme [be]dingt ist. Die Steigerung der Leerlaufspannung des Tran[sfor]mators hat daher Grenzen; man muß sie niedriger halten [mit] Rücksicht auf obige Erwägungen, als man es tun möcht[e im] Hinblick darauf, daß das Herabsetzen der Spannung die Schw[eiß]arbeit erschwert. Das öftere Abreißen des Lichtbogens [setzt] natürlich die Leistung des Schweißers herab; er kann in [der] Stunde nicht das Gleiche leisten wie mit Gleichstrom. D[...]

Zahlentafel 11. Vergleichversuche mit Gleich- und Wechselstrom.

Stromquelle	Verbrauchter Schweißdraht	Versuchdauer	primär verbrauchte elektrische Arbeit	sekundär Schweißstromstärke	sekundär Schweißspannung	sekundär Leistung	Verbrauchter Draht	Verbrauchter Draht	Verbrauchter Draht	Zeitverbrauch für 1 kg Draht	kWh-Verbrauch nach Zeit	kWh-Verbrauch nach Drahtgewicht	Verbrauchter Draht nach sekundärer Arbeit	Wirk[...] gr[...]
	g	min	kWh	A	V	kW	kg/h	cm³/h	kg/kWh pr.	h/kg	kWh/h	kWh/kg	kg/kWh	
1	1813	114	14,0	167.5	22,75	3,96	0,955	120	0.129	1 h 3 min	7,4	7,78	0,241	0.[...]
2	1892	182	12,1	108,0	22,0	2,38	0,624	78	0,153	1 h 37 min	4,0	6,30	0,266	0.[...]
3	2320	142	8,33	192,0	22,7	4,36	0,980	122	0,280	1 h 2 min	3,52	3,60	0,224	0.[...]

1 und 2: Gleichstrom-Schweißdynamo, mit Drehstrommotor gekuppelt. 3: Wechselstrom-Schweißtransformator.

vendung umhüllter Elektroden, die jedoch teurer sind als t umhüllte Elektroden, läßt sich das Schweißen mit Wechsel-n erleichtern, während es mit nicht umhüllten Elektroden schwierig und bei einigen Maschinen ganz unmöglich ist.

Leistungen.

Über die Leistungen von Gleich- und Wechselstrom-Schweiß-nquellen geben die nachstehenden Versuche Auskunft. Er-t wurden zwei Gleichstrom-Schweißmaschinen verschiedener rt und ein Wechselstrom-Schweißtransformator. Die Gleich-maschinen sollten 200 bzw. 150 A, der Wechselstromtrans-ator sollte 300 A Schweißstrom liefern. Sämtliche Strom-en wurden nicht dauernd mit ihrer Höchstleistung bean-ht.

Es wurden gemessen: Zeit, Stromverbrauch primär in kWh, eißdrahtverbrauch in kg, sowie Stromstärke und Spannung ndär.

Daraus kann alles Wissenswerte berechnet werden. Es en sowohl einstündige Versuche angestellt, bei denen minut-Stromstärke und Spannung sekundär abgelesen wurden, als mehrstündige werkstattmäßige Versuche, bei denen auf Ab-gen in diesen kurzen Zwischenräumen verzichtet wurde. Durchschnittswerte von etwa 60 Versuchen sind in Zahlen-f 11 angegeben.

Zu den Kosten für den Stromverbrauch kommen noch en für Schweißdraht, Lohn, Unterhaltung und Abschrei-der Maschine.

Der Stromverbrauch zum Abschmelzen von 1 kg t beträgt nach obigen Versuchen bei Gleichstrom 7,04 kWh, Wechselstrom 3,60 kWh. Schweißdraht ohne Umhül-wird z. Z. im Durchschnitt mit etwa 0,4 Gm/kg bezahlt, t mit Umhüllung kostet z. Z. mindestens 0,80 Gm/kg. Dieser re ist, wie oben ausgeführt, zur Schweißung mit Wechsel-h unentbehrlich.

Die Abschmelzleistung bei annähernd gleichem sekundären gieverbrauch ist gleich für Gleich- und Wechselstrom und mit 1 kg/h angenommen werden. Eine höhere Abschmelz-ung des Wechselstroms gegenüber dem Gleichstrom besteht obigen Versuchen nicht.

Die Kosten für Lohn sind in beiden Fällen gleich und n mit 0,60 Gm/h in Anrechnung gebracht werden. Nimmt die Preise der Gleichstrommaschinen bzw. Wechselstrom-formatoren zu 2500 und 1500 Gm an und schreibt sie in hren ab, so entfallen auf die Betriebstunde etwa 0,10 0,06 Gm. Da die Gleichstrommaschine als umlaufende Ma-e erhöhte Instandsetzungskosten erfordert, so ist ein Zu-g von 100 vH zu den Abschreibungsbeträgen berechtigt. den Wechselstromtransformator dürfte ein weiterer Zu-g von 0,03 Gm genügen.

Es kostet dann eine Stunde Gleichstromschweißung:

a Strom 7,04 kWh zu 0,10 (0,20) Gm./kWh	0,704 (1,408) Gm.
a Draht 1 kg zu 0,40 Gm.	0,40 (0,40) „
a Lohn 0,60 Gm./h	0,60 (0,60) „
a Abschreibung und Instandhaltung . . .	0,20 (0,20) „
	1,904 (2,608) Gm.

Es kostet dagegen die Wechselstromschweißstunde:

a Strom 3,60 kWh zu 0,10 (0,20) Gm./kWh .	0,36 (0,72) Gm.
a Draht 1 kg zu 0,80 Gm.	0,80 (0,80) „
a Lohn 0,60 Gm./h	0,60 (0,60) „
a Abschreibung und Instandhaltung 0,06 und 0,03 Gm.	0,09 (0.09) „
	1,85 (2,21) Gm.

eigt sich, daß nur dann ein wesentlicher Vorteil in wirt-tlicher Beziehung vorhanden ist, wenn mit hohen Strom-en zu rechnen ist.

Nun hat aber der Wechselstrom-Schweißtransformator überaus schlechten $\cos\varphi$ von 0,25 bis 0,45. Es ist daher ich, ob jedes Elektrizitätswerk den Anschluß eines der-en Transformators gestattet; des ferneren erscheint es ich, daß durch den schlechten $\cos\varphi$ eine Rabattgewährung roßen Stromverbrauch versagt bleibt, mit andern Worten, cht eine kleine Ersparnis an Stromverbrauch der Schweiß-quelle andre, größere Nachteile mit sich bringt. Man kann allgemein gültige Entscheidung für oder gegen Wechsel-treffen, es muß dies dem Einzelfall überlassen bleiben. eachten ist ferner die hohe primäre Stromaufnahme des eißtransformators, die bis zu 50 vH größer sein kann als eines Schweißumformers von gleicher Leistung. Dement-hend müssen die Zuleitungskabel stärker gewählt werden.

Vor allem kommt es darauf an, welche Stücke geschweißt en sollen und ob an senkrechten Wänden und auch von unten geschweißt wird. In diesem Fall ist die Gleichstrom-schweißung der Wechselstromschweißung weit überlegen.

Bei der Beurteilung dieser Frage muß beachtet werden, daß die Gleichstromschweißung eine lange Entwicklung hinter sich hat, die Wechselstromschweißung noch jung ist; es ist also zu erwarten, daß Verbesserungen der verschiedensten Art die z. Zt. vorhandenen Mängel der Wechselstromschweißung beseiti-gen werden.

Hinsichtlich der Gleichstrom-Schweißmaschine selbst ist festzustellen, daß sie trotz des schlechten Wirkungsgrades von 0,5 bis 0,6 eine Verbilligung des Schweißens darstellt gegenüber dem stellenweise noch üblichen Schweißen vom Gleichstrom-netz unter Vorschaltung eines Widerstandes. Selbst wenn man den für die Schweißung vom Netz günstigsten Fall annimmt und mit einer Netzspannung von 120 V rechnet, so werden große Strommengen unnötig vernichtet. Man kann annehmen, daß man durchschnittlich mit 65 V Leerlaufspannung schweißt. Man muß also bei Netzschweißung 120 — 65 = 55 V vernichten. Bei einem Schweißstrom von 150 A bedeutet das eine Vernichtung von 8,25 kW bei einer Gesamtentnahme von 18 kW. Bei einem Strom-preise von 0,15 Gm/kWh bringt diese Vernichtung einen Verlust von 1,24 Gm/h, d. h. im Jahre bei nur 200 monatlichen Arbeit-stunden 2976 Gm. Verlust, etwa die gleiche Summe, die für die Beschaffung einer Schweißmaschine aufzuwenden ist. Außer-dem ist, wie oben ausgeführt, die Schweißung mit einer Ma-schine hochwertiger, da die Maschine nicht gestattet, mit einem langen Lichtbogen, der eine höhere Sauerstoff- und Stickstoff-Aufnahme bewirkt, zu schweißen. Den großen Einfluß der Länge des Lichtbogens zeigen die beiden nachstehenden Ver-suchsreihen:

Schweißung mit kurzem Lichtbogen: 35,8 kg/mm² Festigkeit,
Schweißung mit langem Lichtbogen: 23,5 kg/mm² Festigkeit.

Anwendungsmöglichkeiten obiger Versuchswerte und Kosten.

Die Kehlschweißung wird am vielseitigsten anwendbar sein im Behälter-, Schiff- und Eisenbau. Aus den mitgeteilten Versuchsergebnissen geht hervor, daß man die Nietung in vielen Fällen, was die Festigkeit betrifft, durch Schweißung ersetzen kann. Die Festigkeit einer Kehlschweißung läßt sich berechnen nach der Gleichung

$$P = 0{,}5\, d\, l_s\, \sigma_F \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Darin ist P die Bruchlast in kg, d die Dicke des auf-geschweißten Bleches in mm, l_s ist die Gesamtlänge der Schweiß-naht in mm, σ_F die Festigkeit der Schweiße in kg/mm². Der Faktor 0,5 gilt für volle Kehlschweißung, d. h. eine Schweiße, bei der die verschweißten Seiten des gleich-schenkligen Dreiecks gleich sind und die Grundlinie des Dreiecks nicht nach innen eingebogen ist. Die Schweiße muß den Querschnitt nach Abb. 19 aufweisen. Die Höhe h ist rechnerisch $= 0{,}7071\, d$; da die obere Schicht einer Schweiße stets etwas schlackenhaltig ist, kann man aber nur mit 0,5 statt 0,7071 rechnen.

RZ470Z19

Abb. 19. Querschnitt einer Kehlschweißung.

Der Versuch, zwei Bleche mittels Schweißung statt durch Nietung miteinander zu verbinden, führt zu folgender Rechnung: Länge der Bleche 1 m, Dicke der Bleche 8 mm, $P = 0{,}5 \times 8 \times 2 \times 1000 \times 40 = 320\,000$ kg Bruchlast. Die Bruchlast der un-geschweißten Bleche beträgt $1000 \times 8 \times 40 = 320\,000$ kg. Das be-deutet, daß die Schweißung die gleiche Festigkeit hat wie das Blech; wenn diese Bruchlast nicht verlangt wird, oder wenn man aus sonstigen Gründen nur eine einseitige Kehlschweißung aus-führt, so erhält man eine Bruchlast von 160 000 kg.

Bei der einreihigen Nietung dürften auf 1 m Länge 15 Nieten kommen bei einer Teilung von 65 mm; haben die Nieten 17 mm Dmr., so trägt die Nietung eine Bruchlast von 136 000 kg, also hat sogar die einseitige Schweißung eine höhere Festigkeit als die Nietung.

Ausgeführte Proben an derartigen Blechen mit nur ein-seitiger Schweißung bestätigen die Richtigkeit der Rechnung, Zahlentafel 12.

Zahlentafel 12. Bruchlast von einseitigen Kehlschweißungen.

Probe	Länge der Platten mm	Niet-Dmr. mm	Teilung mm	Niet-zahl	Bruch-last kg	Rechnungswert nach Gl. (1) kg
genietet . .	750	17	65	11	78 000	—
geschweißt	750	—	—	—	133 500	120 000
„	750	—	—	—	148 000	
„	750	—	—	—	142 300	

Ein ähnliches Bild ergibt die Schweißung von Winkeleisen. Ein Brückenträger von 10 m Länge und 18 t Normallast, der unter Zugrundelegung obiger Formel berechnet und geschweißt worden war, hat bei der Probebelastung bis zum Bruch allen Anforderungen entsprochen; die Schweißstellen waren ohne Fehler.

Die Kostenfrage ist nicht mit allgemeiner Gültigkeit zu beantworten, da die Werkstattverhältnisse dabei eine große Rolle spielen. Man kann folgende Kosten für die Nietung von 10 m 8 mm-Blechen ohne Berücksichtigung der Transportkosten innerhalb der Werkstatt annehmen:

Ankörnen, Bohren	1,12 Gm.
Nieten	2,80 „
Niete	4,50 „
Verstemmen	1,50 „
Stromverbrauch für Bohren, Nieten, Nietfeuer, Verstemmen = 13 kWh bei 0,15 Gm./kWh	1,95 „
	11,87 Gm.

Die Kosten für die Schweißung stellen sich, wie folgt

Zeit: 200 min bei 0,60 Gm. Stundenlohn	2,— Gm.
Drahtverbrauch, 3,5 kg	1,54 „
Stromverbrauch, 15,5 kWh	2,32 „
	5,86 Gm.

gegen 11,87 für Nietung. Dabei ist nicht berücksichtigt, vor Ausführung der Schweißung einige wenige Heftniete sonstige Hülfen in den meisten Fällen angebracht we müssen.

Es zeigt sich, daß eine sachgemäß ausgeführte Schwei sowohl hinsichtilch der zu erzielenden Festigkeit als auch sichtlich der Kosten mit der Nietung in Einzelfällen in folgreichen Wettbewerb treten kann. Voraussetzung ist dings die Berücksichtigung aller technischen Notwendigk der Schweißung, die z. T. in weiten Kreisen noch unbek sind, und eine erstklassige Schulung der Schweißer. Dann die Schweißung noch mehr als bisher als vollwertiges Kons tionselement auch in der Fertigung angewendet werden kö und nicht nur als willkommener Helfer bei Ausbesseru [B 47

Akustische Lotungen.

Ein neuer akustischer Tiefenmesser, der nach Einschaltung ununterbrochen arbeitet und ein Ablesen der Meerestiefe viermal in jeder Sekunde gestattet, ist am 22. August dieses Jahres von der Submarine Signal Company in Boston auf einer Fahrt der „Berkshire" von Norfolk nach Boston, Abb. 1, zum ersten Mal vorgeführt worden. Der Tiefenmesser arbeitet wie das sogenannte Echolot von Behm[1]) durch Feststellung des Zeitraumes zwischen der Abgabe eines Schallzeichens unter Wasser und der Rückkehr des Echos vom Meeresboden.

Als Schallgeber dient der von Prof. Fessenden für die Zwecke des Unterwasserschall-Signalgebens von Schiffen ausgebildete Oszillator, der seit dem Jahre 1914 vorhanden ist[2]). Dies ist ein elektrischer Membransender, der aus einer eingespannten Stahlplatte besteht, die

Abb. 1. Tiefen der Probefahrt.

eine natürliche Periode von 1050 Per./s hat. Durch eine besondere Anordnung wird diese Stahlmembran durch einen Wechselstrom in kleine, aber außerordentlich kräftige Schwingungen versetzt; sobald der Strom ausgeschaltet wird, steht die Membran augenblicklich still, da sie nicht imstande ist, die sie umgebende große Wassermasse ohne weitere Kraftzufuhr in Schwingungen zu halten. Der Ton endet also sehr scharf.

Als Empfänger wird ein Mikrophon benutzt, das ähnlich ausgebildet ist wie der normale Unterwasserschall-Signalempfänger und in einem geschlossenen, wasserdichten Gehäuse liegt. Eine Membran nimmt die aus dem Wasser kommenden Schallwellen auf, die dem Mikrophon zugeleitet werden und in ihm elektrische Schwingungen auslösen. Wenn es erforderlich ist, den Schall wegen zu großer Wassertiefe zu verstärken oder Störungsgeräusche auszuschalten, wird ein abstimmbarer Röhrenverstärker eingeschaltet. Dann wird der Strom einem Kurzzeitmesser zugeführt, der sehr einfach gebaut ist. Hinter dem Schlitz einer sich drehenden Scheibe, die vier Umdrehungen in einer Sekunde macht, befindet sich eine elektrische Lampe; durch den radialen Schlitz der Scheibe fällt ein Lichtstrahl auf die vor ihr liegende Skala, die eine Einteilung von 0 bis 100 Faden (0 bis 183 m) hat. Der Umfang entspricht der Tiefe, für welche das Echo innerhalb einer Viertelsekunde, d. h. während einer Umdrehung der Scheibe, zurückgeworfen wird. Auf der Welle, welche die Scheibe dreht, befindet sich ein Kontakt, der den

[1]) Z. Bd. 66 (1922) S. 476.
[2]) Z. Bd. 64 (1920) S. 805.

Strom des Oszillators schließt und ein akustisches Zeichen gibt, der Schlitz am Anfang der Skala vorbeigeht. Wenn das zurückkeh Echo den Empfänger trifft, wird mit Hilfe eines Verstärkers ein eingeschaltet, der die Lampe ganz kurz zum Aufleuchten bringt damit die Tiefe anzeigt. Das Spiel wiederholt sich viermal in Sekunde, so daß praktisch ständig eine Kontrolle der Wassertiefe er

Für größere Tiefen als 183 m muß man die Umlaufzahl Scheibe vermindern, und der Oszillator macht dann alle 1⅛ s takt. Dabei tritt eine Lampe andrer Farbe in Tätigkeit, um verständnisse auszuschließen, auch wird auf einer andern Skal gelesen, die der Umdrehungsgeschwindigkeit entsprechend bis 600 F (1100 m) Tiefe reicht. Es ergibt sich bei größeren Tiefen die Schw keit, daß der Schall nicht mehr kräftig genug ist, um das Relai Zeitmessers zu betätigen. Deshalb wird die Lampe dauernd eingesch so daß ihr Bild sich wie ein leuchtender Uhrzeiger auf der Skala Der Schall des Echos wird dann einem Hörer zugeführt, und es ist gabe des Beobachters, sich die Stellung des Zeigers im Moment de kunft des Echos einzuprägen. Da die Umdrehungsgeschwindigkeit lich gering ist, ist dies mit völlig ausreichender Genauigkeit mö Man nimmt bei diesem Verfahren die Ungenauigkeit in den Kau durch die Empfindlichkeit des Beobachters auf äußere Eindrück dingt ist; dies spielt jedoch keine so große Rolle, da es bei grö Tiefen nicht auf einige Vomhundert ankommt. Durch die rasche A anderfolge in 1½ s ist außerdem eine gewisse Nachkorrektur lich. Bei größeren Tiefen als 600 Faden macht der Lichtstrahl bi Rückkehr des Echos mehr als eine Umdrehung, und es müssen dann Wert der Skala 600, 1200 oder 1800 Faden hinzugezählt werden, je Anzahl der dazwischenliegenden Umdrehungen.

Der Apparat arbeitet dauernd ohne jede besonderen Maßna Er ist erst kürzlich fertiggestellt worden. Während der ersten führungsfahrt wurden Messungen bis über 1100 Faden (2000 m) ausgeführt. Leider geben die bis jetzt vorliegenden Berichte k Anhalt darüber, wie groß die Genauigkeit bei geringen Tiefen ist scheinend ist etwa ein Faden, also rd. 2 m, der geringste, mit ei Deutlichkeit ablesbare Unterschied. Zur genauen Messung ger Wassertiefen ist diese Genauigkeit nicht recht ausreichend. Sonst entspricht der Apparat in jeder Hinsicht den Bedürfnissen der S fahrt, da er außerordentlich einfach arbeitet und für jede Wasse ausreicht. Für die Vermessung unbekannter Meere mit großen T ist er außerordentlich geeignet. Es ist mit ihm ein Gerät geschaffen die Aussicht eröffnet, alle Meere so genau zu vermessen, daß nach Karten eine Kursprüfung und ein Heranloten an alle Küsten, ob oder steil, im Nebel und bei Nacht, ohne jeden Zeitverlust möglic [M 736]

Kleinkraftanlagen ohne Batterie und Regle

Die Aufgabe, in Kleinkraftwerken, insbesondere Wasserkraftanl von mechanischen Reglern freizukommen, ist u. a. dadurch zu daß man den ganzen Maschinensatz mit der Umlaufzahl laufen läß jeweils der Belastung entspricht. Bei Wasserturbinenantrieben pe dann die Umlaufzahl zwischen Nenndrehzahl und Durchbrenndreh d. h. im Verhältnis 1 : 2. Will man die Spannung des Stromerze praktisch unabhängig von der Drehzahl gleichbleibend halten, so e eine einfache Ableitung für die ungesättigte Maschine, daß die tierende Amperewindungszahl des Feldes mit steigender Umlaufza Funktion einer Hyperbel fallen muß. Für einen Stromerzeuger mit E erregung ist also das Feld selbsttätig dieser Beziehung anzupassen. die Wahl richtiger Sättigungsverhältnisse und einer günstigen Ver erregung ist es der AEG gelungen[1]), ihre listenmäßige Gleichst dynamo durch Kupplung mit einer Hilfserregermaschine so abzuän daß ein einwandfreier Licht- und Kraftbetrieb bei Drehzahlschwank im Verhältnis von etwa 1 : 2 gewährleistet wird, ohne daß irgen Nachregelung von Hand erforderlich ist. [N 7

[1]) Vergl. Lubowsky, AEG-Mitteilungen (1924) Nr. 10.

RUNDSCHAU.

Verkehrswesen.

Hauptversammlung des Internationalen Straßenbahn- und Kleinbahn-Vereins am 4. und 5. September 1924 in Homburg v. d. Höhe.

Nach der überaus gelungenen ersten Tagung des Vereins in Wien . es ein gewisses Wagnis, den Internationalen Verein nach einer .schen Kleinstadt einzuladen. Um so angenehmer war es, feststellen .önnen, daß die Teilnehmer über den Verlauf der Tagung und die .bnisse der Beratungen des Lobes voll waren. Die Kongreßleitung . ein erlesenes Vortragsprogramm zustande gebracht, das die .llsten Fragen des Fachgebietes umfaßte.

Durch die Beratungen auch dieser Hauptversammlung zogen sich .Erwägungen, wie der noch allgemein ungünstigen wirtschaftlichen . der Verkehrsunternehmungen zu begegnen sei. Wenn die aus-.schen Bahnen auch nicht in der gleichen Weise gelitten haben wie .deutschen, die fast ein Jahrzehnt von ihrem Bestande haben zehren .en, und deren Verwaltungen jetzt vor eine jahrelange Wiederauf-.rbeit gestellt sind, so spüren doch auch sie die Folgen des Krieges. .n den Vorträgen rein wirtschaftlichen Inhaltes, wie „Konkurren-.ng von Überlandbahnen durch Autolinien" von Direktor Geiser, .fhausen, „Jährliche wagenkilometrische Leistungen des Fahrperso-. von Direktor Norregaard, Kopenhagen, „Methoden zur Er-.ung eines gleichmäßigen Fahrplanes bei Straßenbahnen" von Dr.-Ing. .z, Budapest, „Straßenbahntarife in geschlossenen Verkehrsgebie-. von Direktionsrat Ing. Winter, Wien, wurde eine Reihe tech-.er Vorträge gehalten.

Die Herren Direktoren van Putten, Amsterdam, und Hult-.n, Malmö, berichteten über die Einrichtung des Ein-.nwagens und seine Anwendungsmöglichkeiten. .Amsterdamer Wagen zeigt insbesondere folgende Einrichtungen:

.Die Türen werden vom Führer mittels eines Schalters elektromechanisch betätigt, und zwar nach Wunsch jede einzeln oder beide zu gleicher Zeit;
.die Trittstufen sind zwangläufig mit den Türen gekuppelt und werden beim Schließen der Türen hochgeklappt;
.m Antriebmechanismus ist eine federnde Kupplung eingeschaltet, wodurch Verletzungen der Fahrgäste ausgeschlossen sind;
.der Wagen fährt nicht an, bevor die Türen geschlossen sind;
.wird eine Tür im Notfalle geöffnet, so wird der Stromkreis unterbrochen;
.als Betriebsbremse wird die Kurzschlußbremse verwendet, wobei aber ein Teil der Energie in zwei magnetische Schienenbremsen geleitet wird, die eine sehr kräftige stoßfreie Bremsung hervorrufen;
.der Fahrschalter ist mit einem Gefahrkontakt in der Kurbel ausgestattet.

Ähnliche Einrichtungen zeigt der Wagen der Malmöer Straßenbahn, .ußerdem mit einer Geldwechselvorrichtung ausgestattet und der in .en Werkstätten hergestellt ist, während der Amsterdamer Wagen .den Linke-Hofmann-Werken in Breslau gemeinsam mit den Berg-.-Werken in Berlin gebaut worden ist.

Über die drahtlose Telephonie und ihre Be-.ungen zum Verkehrswesen sprach Prof. Dr. Leit-.ser, Berlin. Er ging zunächst auf die Grundlagen der drahtlosen .honie ein, behandelte dann die leitungsgerichteten Wellen, die be-.rs für die Verkehrsunternehmen in Frage kommen, weil sie vor-.ene Telegraphen- und Telephonleitungen sowie die Oberleitung von .enbahnen benutzen können, ohne den Rundfunk zu stören. Die .ten für das Sprechen mit dem Reisenden im fahrenden Zug sind .eit gefördert, daß in Kürze mit der Einführung gerechnet wer-.kann. (Die Verträge sind inzwischen abgeschlossen worden.)

Baurat Goetz, Leipzig, berichtete über Gleisbau und Gleis-.rhaltung, insbesondere über Spurweiten, Werkstoff, Schienen-.e, geteilte Profile in Krümmungen, Stoßkonstruktionen, Typisierung .Weichen und Kreuzungen auf Grund von Umfragen bei den Ver-.ngen der verschiedenen Länder. Er trat insbesondere für gute .isserung des Bahnkörpers und Befestigung der Gleiszone in Pflaster .in Asphalt auf Beton ein. Besonders in dieser Hinsicht wird ihm .timmen sein, weil die in den meisten Städten noch übliche Asphalt-.igung für die heutige deutsche Wirtschaft geradezu als eine Ver-.ung an Nationalvermögen bezeichnet werden muß.

Seitens des Normungsausschusses für Rillenschienen berich-.Direktor Hausmann, Gablonz, über die bisherigen Arbeiten .usschusses. Hiernach sind folgende Profile in Aussicht genommen:

Profil 1 soll die Höhe von 180 und die Fußbreite von 180 mm er-., dabei eine Kopfbreite von 56, eine Rillenbreite von 31 für gerade .en und von 34 mm für Krümmungen haben.

Das Profil 2 soll ebenfalls die Höhe von 180, jedoch eine Fußbreite .ur 160 mm haben. Die Fahrkopfbreite soll 50 mm, die Rillenbreite .rade Strecken oder Krümmungen ebenso wie bei dem Profil 180/180 .d 34 mm betragen.

Das dritte, schwächste Profil erhält 160 mm Höhe bei ebenfalls .n Fußbreite und 48 mm Fahrkopfbreite, die Rillenmaße werden . denen der stärkeren Profile.

Daß das heute besonders wichtige Gebiet der Bremseinrichtungen .delt wurde, ist selbstverständlich. Eingeleitet wurden die Erörterungen hierüber durch einen ausgezeichneten und auf eigenen Erfahrungen beruhenden Vortrag von Direktor Barth, Kristiania, über Magnetschienenbremsen. Nach zweijähriger Anwendung der Bremsen stellte er folgende Vorteile fest:

1. Die Bremswirkung ist so kräftig und schnell wie überhaupt möglich, ohne die Fahrgäste im Wagen zu belästigen;
2. sie versagt fast niemals;
3. der Wagen kann nie auf den Schienen rutschen;
4. die Unterhaltungskosten für die Bremsen sind sehr gering und beschränken sich hauptsächlich auf das Austauschen der Bremsschuhe, wenn diese abgenutzt sind. Die Ersparnis an Bremsklötzen und Radreifen ist größer als die Kosten für Erhaltung der Magnetschienenbremsen;
5. das Sandstreuen, das früher ein bedeutender Ausgabeposten gewesen war, wird auf 50 vH vermindert, und die Fahrmannschaft wird während ihrer freien Zeit an den Endhaltestellen weniger als früher mit Sandfüllen beschäftigt;
6. der Wagenführer hat, um Zusammenstöße und Unglücksfälle zu vermeiden, nur die gewöhnlichen Bremshandgriffe mit dem Fahrschalter zu machen, wie er es beim normalen Abbremsen des Wagens beim Anhalten gewohnt ist. Es wird weder Gegenstrom gegeben, noch bergab Sandstreuen angewendet; bergauf wird jedoch Sand gestreut;
7. der Wagenführer fährt immer mit dem angenehmen Gefühl, daß er den Wagen in seiner Gewalt hat;
8. Zusammenstöße und Unglücksfälle werden seltener, wobei Leben und Gesundheit geschützt sowie bedeutende Summen gespart werden;
9. die Motoren werden geschont;
10. die Riffelbildung an den Schienen wird wesentlich verringert — zum Vorteil sowohl für die Erhaltung der Wagenteile als auch für den Stromverbrauch, für die Gleisunterhaltung und für ein angenehmes, geräuschloses Fahren.

In der anschließenden Erörterung wurde von deutschen Vertretern gegen die Behandlung der Bremsfrage in der Tagespresse aus Anlaß einer Anzahl bedauerlicher Unfälle in Deutschland Stellung genommen, weil derartige Erörterungen einer so verwickelten technischen Frage in Tageszeitungen nur Beunruhigung in die Bevölkerung tragen können, ohne einer wirklichen Klärung der Sache zu dienen, die in erster Linie durch praktische Erfahrungen und Versuche erreicht werden müsse. Derartige Versuche sind bekanntlich bereits eingeleitet und werden zur Beruhigung der Öffentlichkeit mit größter Beschleunigung durchgeführt werden.

Direktor Pforr, Berlin, berichtete über Stromkontrolle bei elektrischen Straßenbahnen. Er empfahl Stromkontrolle im Fahrdienst durch Personalaufsicht und rechnet mit zwei Fahrmeistern für 100 Fahrer, die auch die Ausbildung des Fahrpersonals und die Betriebsicherheit überwachen.

Über selbstlüftende Motoren im Straßenbahnbetrieb berichtete Baurat Nier, Dresden. Auf Grund einer Umfrage und eigener Erfahrungen im Betrieb der Dresdener Straßenbahn kommt er zu dem folgenden Ergebnis:

1. Der selbstlüftende Motor ist in wärmewirtschaftlicher Hinsicht dem gekapselten Motor überlegen. Seine Vorzüge treten besonders im Betrieb mit schweren, schnellfahrenden Zügen, bei denen der gekapselte Motor wegen seiner Größe nur schwierig im Untergestell unterzubringen ist, vorteilhaft in Erscheinung;
2. der selbstlüftende Motor ist unter sonst gleichen Verhältnissen beträchtlich leichter als der gekapselte Motor und spart daher Strom im Betrieb;
3. die Lüftung soll einfach sein, möglichst nur in Oberflächenkühlung des Feldes und Ankers bestehen. Ankerinnenkühlung wird besser vermieden, besonders wenn die Reinlichkeit der befahrenen Straßen zu wünschen übrig läßt, da der thermische Einfluß der Ankerinnenkühlung praktisch nicht allzu erheblich ist und die Ankerinnenkühlung anderseits die Verstaubung des Motors stark begünstigt;
4. die Entnahme der Kühlluft erfolgt am besten aus dem Wageninnern, weil dort die Luft im allgemeinen ziemlich frei von Staub und Feuchtigkeit ist. Bei sauberen Straßen, die bei trockenem Wetter gut mit Wasser besprengt werden, bestehen aber keine Bedenken gegen Entnahme der Kühlluft unter dem Wagen;
5. die Luftein- und -austrittsöffnungen sollen nicht zu tief liegen und besonders gut gegen Eindringen von Wasser und Schnee geschützt sein;
6. ein Filtern der Luft vor dem Eintritt in den Motor ist erwünscht, aber nicht unbedingt nötig. Nur wenn es mit wirtschaftlichem Aufwand ohne verwickelte Einrichtungen zu erreichen ist, kann es empfohlen werden;
7. gelüftete Motoren werden am besten und billigsten durch Ausblasen mit Druckluft (Kompressoranlagen) gelegentlich der Wagenhauptdurchsichten gereinigt. Zwischenreinigungen sind meistens nicht erforderlich;
8. ein ungünstiger Einfluß der Motorlüftung auf die Kosten der Unterhaltungsarbeiten an den Motoren ist nicht festzustellen.

Regierungsbaumeister a. D. Paap, Berlin, berichtete über den gegenwärtigen Stand der Kupplungsfrage. Er ging auf die verschiedenen Ausführungen, insbesondere die Janney-Kupplung (Amerika), die Willison-Kupplung und die deutsche Scharfenberg-Kupplung ein. Er ist der Auffassung, daß es Kupplungen gibt, die das

Problem endgültig lösen, und hält aus sozialen und wirtschaftlichen Gründen für dringend erwünscht, daß sich die europäischen Eisenbahningenieure auf eine dieser Kupplungen zur allgemeinen Einführung einigen.

Privatdozent Dr.-Ing. Vidéky, Budapest, behandelte in eingehender und tiefgründiger Weise das Problem der Rollen- und Kugellager. [N 754].

Berlin. Helm.

Gesundheitsingenieurwesen.

XI. Kongreß für Heizung und Lüftung.

Wärmewirtschaft gab es auch schon vor dem Krieg, aber die Allgemeinheit achtete wenig darauf. Erst die Kohlenknappheit der jüngst vergangenen Jahre brachte der Öffentlichkeit zum Bewußtsein, ein wie kostbares Gut die Wärme ist. Diese Zeit der Not hat, wirksamer als die beste Aufklärungsarbeit es vermöchte, wärmewirtschaftliches Denken in die weitesten Kreise getragen. Heute ist es nicht mehr die Kohlenknappheit, die einen reichen Strom von Gedankenarbeit auf die Bewirtschaftung der Wärme lenkt, sondern der Wärmeingenieur kämpft auf zahlreichen Fronten mit im Ringen um den besten Wirkungsgrad, der allein es uns ermöglichen kann, als Industrievolk unser tägliches Brot zu verdienen.

So umfaßten auch die Vorträge des 11. Kongresses für Heizung und Lüftung[1]) zahlreiche Gebiete der Technik, und die Bedeutung der Tagung kam nicht nur in der stattlichen Teilnehmerzahl von über 500 Personen zum Ausdruck, sondern auch in dem starken Besuch des Auslandes.

Direktor G. Dieterich, Berlin, zeigte im ersten Vortrag: „Die Stellung der Heizungs- und Lüftungsindustrie in unsrer Gesamtwirtschaft" die Bedeutung der Heizung für alle Länder in kalten oder gemäßigten Zonen, die sich ganz anders entwickelt hat als die tropischer Gegenden oder von Völkern, die kein Heizmaterial besitzen (Eskimos). Auf Grund der Vermögensschätzungen von 1913 dürften etwa 1 vH des Nationalvermögens, das sind etwa 2 bis 4 Milliarden Goldmark, in Heizungen angelegt sein. Als Aufgabe für die Zukunft ergibt sich die Verkokung möglichst aller Kohle, damit ihre flüssigen und flüchtigen Bestandteile gewonnen und der Landwirtschaft und Industrie zugeführt werden können, und ferner Verbrennung des Koks in Zentralheizungen und Heizkraftwerken.

Der nächste Vortrag von Prof. O. Knoblauch, München, über „Wissenschaftliches Denken in der Heiztechnik" zeigte, wie die Ergebnisse physikalischer Theorien uns zum Verständnis und zur zahlenmäßigen Beherrschung von Vorgängen führen, deren Wirkungen zwar überall zu spüren sind, deren Ursachen aber noch unbekannt waren. So hat erst die Anwendung des Ähnlichkeitsprinzips die planmäßige Erforschung des Wärmeüberganges ermöglicht. Wenn man den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik auf die Frage anwendet, welche Heizung am sparsamsten mit dem irdischen Wärmevorrat wirtschaftet, so gelangt man zu der thermodynamischen Heizung. Diese arbeitet nach dem der Kompressionskältemaschine zugrunde liegenden physikalischen Vorgang und erzielt einen besseren Wirkungsgrad als selbst die elektrische Heizung dadurch, daß sie den elektrischen Strom zuerst als mechanische Energie und dann noch einmal als Wärme ausnutzt[2]).

Als Beispiel zu diesen Ausführungen konnte der folgende Vortrag von Dr. E. Schmidt, München, über: „Neue Untersuchungen über den Wärmebedarf von Gebäuden und die Wärmeabgabe von Heizkörpern" bezeichnet werden. Unsern Körper schützen wir vor übermäßigem Wärmeverlust durch zweckentsprechende Kleidung. Damit wir das gleiche mit unsern Wohnungen machen können, mußte erst die Wärmeleitfähigkeit von Baustoffen untersucht werden. An der erfolgreichen Durchführung dieser Arbeiten hat sich die Heizungsindustrie durch Förderung des von Dr. Schmidt geleiteten Forschungsheimes für Wärmeschutz unmittelbar beteiligt. ist jetzt möglich, den Wärmedurchgang durch Gebäudewände, wenn sie aus mehreren Schichten zusammengesetzt sind, bei D... heizung zu berechnen. Hierfür gab der Vortragende ein einf... zeichnerisches Hilfsmittel an, das wegen der reichen Anwendungs... lichkeit auch an dieser Stelle mitgeteilt sei: Die Wärmemenge Q, d... 1 h durch 1 m² Fläche einer Mauer aus mehreren Schichten von Dicken δ_1, δ_2 usw. mit den Wärmeleitzahlen λ_1, λ_2 usw. strömt, aus dem Unterschied der Innentemperatur ϑ_i und Außentemperatu... berechnet werden nach der Gleichung

$$Q = k\ (\vartheta_i - \vartheta_a),$$

worin k die jedem Wärmetechniker bekannte Größe

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{\delta}{\lambda}}$$

ist. Hierin bedeutet α_i die Wärmeübergangszahl an der Innen- u... diejenige an der Außenseite der betrachteten Wand; k kann nun ... aus einfach aus Abb. 1 berechnet werden, deren Abszisse in rezipr... Maßstab geteilt ist. Die Erklärung ergibt ohne weiteres das beigedr... Beispiel[3]).

Große Schwierigkeiten bereitet im allgemeinen noch die Be... nung des Anheizvorganges von Gebäuden wegen des umständli... mathematischen Ansatzes. Auch hierfür entwickelte der Vortrag... ein überraschend einfaches zeichnerisches Verfahren, das auch die Lö... in Fällen ermöglicht, die einer Berechnung überhaupt nicht mehr ... gänglich sind.

Ferner wurden Versuche beschrieben, die im Münchner ... schungsheim durchgeführt worden sind mit dem Ziel, eine sichere ... gleichsmöglichkeit für zeitlich auseinanderliegende Untersuchungen ... Wirkungsgrades von Heizkörpern zu erlangen. Die gewünschte ... abhängigkeit von den wechselnden Verhältnissen der Umgebung w... dadurch erreicht, daß die Versuche in einem sehr großen geschloss... Raum durchgeführt werden, der Betriebstoff (Dampf oder W... wasser) in einem geschlossenen Stromkreis umgewälzt und die z... führte Heizenergie elektrisch gemessen wird.

Eine treffliche Ergänzung fand dieser Vortrag in dem Bericht ... Reg.-Baum. R. Wentscher, Karlshorst: „Das Kleinhaus ... wärmetechnischer Beziehung". An zahlreichen Beispielen und Diag... men erläuterte hier ein Praktiker die Vorteile der Hohlwand in ... bindung mit Wärme-Isolierplatten. Besonders gut haben sich hi... maschinenmäßig hergestellte Bauarten aus Holz bewährt.

Das wichtigste und aussichtsreichste Betätigungsfeld industri... Wärmewirtschaft ist die Kupplung von Heiz- und Kraftanlagen. D... Thema behandelten die Vorträge von Prof. Chr. Eberle, D... stadt: „Die Verwendung von Abwärme für Fern- u... Ortsheizungen" und von Prof. Pauer, Dresden: „Verbi... dung von Heizung mit Dampfkraftmaschinen".

Prof. Pauer stellte die Forderung, daß jeder Kraft-Heizbetrieb ... einheitliches Ganzes angesehen werden muß, also beim Entwurf ... auf einen möglichst hohen Wirkungsgrad der Kraftmaschine o... der Heizanlage, sondern auf ein möglichst reibungsloses und elastis... Zusammenarbeiten der Kraft- und Heizungsanlage hingearbeitet ... den muß. Am besten genügen diesen Ansprüchen bei wechseln... Heizungs- oder Kraftbedarf eine Verbindung von Kondensat... maschine mit Vakuumdampfheizung (unmittelbar oder mittelbar) ... bei geringem Abwärmebedarf eine Maschine mit Zwischendamp... nahme. Mit dieser Anlage können auch die starken Schwankungen ... Bedarfs an Abwärme für Raumheizung innerhalb eines Jahres ... besten ausgeglichen werden, worauf besonders im Meinungsausta... hingewiesen wurde.

Das Ziel einer umfassenden Wärmewirtschaft bleibt allerd... immer das Zusammenarbeiten von Industriebetrieben mit öffentli... Kraftwerken, deren Dezentralisation gleichzeitig angestrebt wird ... wurde mehrfach beklagt, daß bei den Elektrizitätswerken zu w... Verständnis für die gewaltige volkswirtschaftliche Bedeutung der ... sammenarbeit mit Privatbetrieben besteht. Weitblick und großzü... Organisation ist allerdings notwendig, wenn man, wie Hottin... in seinem später erwähnten Vortrag fordert, etwa an eine Kupplung ... Schweizer Netzes (mit ausgeprägtem Tiefstwert der Leistung im Wi... mit den mitteldeutschen Braunkohlen-Überlandzentralen denkt. Eine so ... brüderlich über die Landesgrenzen ausgetauschte Unterstützung d... Arbeit hätte sicher mehr wirtschaftlichen und ideellen Nutzen als ... schönen Reden über Völkerversöhnung.

Prof. Eberle brachte vor allem eine reiche Zahl von Beispi... über die Ausnutzung der Abwärme von industriellen Öfen (Schmi... Schweiß-, Schmelz-, Glüh-, Trockenöfen), von Gas- und Dieselmot... und von Dampfmaschinen. Nicht nur Kolbendampfmaschinen oder ... binen, sondern auch Dampfhämmer, Walzenzugmaschinen, För... maschinen besitzen verwertbare Abwärme. Als Beispiel für die G... der Ersparnismöglichkeiten wird ein Hüttenwerk erwähnt, das mit ... Abwärme seiner Walzenzugmaschinen 60 Gebäude mit 10 Milli... kcal/h, gleich dem Wert von 2 t bester Kohle, heizt. Endlich we... noch als Beispiele für Fernheizwerke beschrieben die städtischen ... lagen in Hamburg und Kiel[4]) und diejenige für das Deutsche Mu... Diese Anlagen mit immerhin mehreren Kilometern Ausdehnung ... zeichnet Prof. Eberle als Vorboten der Entwicklung, die gebieter...

Abb. 1. Hilfstafel zur Berechnung von Wärmedurchgangszahlen.

[1]) 17. bis 20. September 1924 zu Berlin.

[2]) Vergl. Z. f. techn. Phys. Bd. 1 (1920) S. 77.

[3]) Die Diagramme können in größerer, für die Verwendung in der P... geeigneter Form vom Forschungsheim f. Wärmeschutz, München, Mayerstr... bezogen werden.

[4]) s. Z. Bd. 67 (1923) S. 137.

gruppenweisen Zusammenschluß aller Werke mit Heiz- oder Kraft- zu Fernheiz- und -kraftwerken fordert[1]).

Die elektrische Heizung behandelten Dipl.-Ing. Max ...tinger, Zürich, und Dipl.-Ing. Th. Wiedemann, Nürnberg. ...nger schilderte zunächst, von den Verhältnissen in der Schweiz ...hend, die verschiedenen Bauarten von Dampfkesseln mit festen ...rständen und Elektrodenheizung. Für die Schweizer Bundes-...en haben Brown, Boveri & Cie. und Gebrüder Sulzer in ... Elektrodenkessel für Heizdampferzeugung erstmals 15 000 V ...endet, und Escher, Wyß & Cie. haben für die Lonzawerke ... Kessel für 5000 kW Leistung bei 16 000 V Betriebsspannung ...ut. Für Kirchen bis zu 5500 m³ Rauminhalt werden in großem ...nge Fußbankheizungen mit Heizspiralen gebaut oder mit Dampf-...ngen, die von Elektrodenkesseln gespeist werden. Bei Fußboden-...ngen werden Heizkörper unter Steinböden verlegt, doch werden ... Anlagen, selbst wenn billiger Nachtstrom verwendet werden kann, ... nur zum Anwärmen kalter Böden, nicht zur eigentlichen Raum-...ng gebaut. Zur Ausnutzung des billigen Nachtstromes wird häufig ...Wärme in Speichern mit flüssiger oder fester Füllung angesammelt. Elektrische Heizung ist nur wirtschaftlich, wenn roh gerechnet ...h den fünften Teil von 1 kg Kohle kostet, also auch in wasser-...reichen Ländern nur bei Verwendung von Nacht- oder Sonntags-... oder eigener Wasserkraft.

Im zweiten Bericht schilderte Wiedemann die Verhältnisse ...eutschland. Entsprechend dem höheren Strompreis wird die elek-...e Heizung langsamer als in der Schweiz eingeführt, und vor allem ...o die ihr allein eigentümlichen Vorteile am stärksten zur Wirkung ...en. Also besonders bei kurzzeitigem oder seltenem Erwärmen ...ner Räume, für Stockwerkzentralheizungen in der Übergangszeit, ... nur morgens oder abends einige Stunden geheizt wird, in Kirchen ... Sakristeien und in feuergefährlichen Räumen.

Über Verwendung von Gas zum Heizen von Ge-...räumen sprach Prof. Strache, Wien. Die Gasheizung hat ...che Vorteile wie die elektrische: Reinlichkeit, schnelles Anheizen, ...e und rasche Temperaturregelung, die auch selbsttätig erfolgen ... keine Beförderungskosten und Lagerräume. Außerdem ist Gas ...tlich billiger als elektrischer Strom.

In der Aussprache kamen, wie das immer der Fall ist, im Gegen-...zu dem von den Vorteilen seines Themas überzeugten Vortragen-...vor allem die Skeptiker zu Wort. Sie schilderten die Nachteile ...kenheit der Luft, Wasserkondensation im Schornstein, Explosions-...Vergiftungsgefahr), die aber nach Prof. Strache bei den guten Bau-... bereits mit vollkommener Sicherheit überwunden sind. Als ...nischer Nachteil wurde von einem Redner die Notwendigkeit des ...lusses an einen Kamin erwähnt; dies scheint mir jedoch gerade ...gienischer Beziehung ein Vorteil zu sein, empfinden wir doch oft ...fehlen der Lufterneuerung als Mangel bei der Zentralheizung. Be-...rs vorteilhaft wurde von allen Parteien die Haus- oder Stock-...entralheizung mit Gasfeuerung anerkannt.

Wie man sich auch in der Gegenwart zur Gasfeuerung stellen ... sicher ist, daß wir als Ziel fordern müssen, daß kein Stück ... anders als in einem Gaswerk verbrannt werden darf, wobei alle ... Gas in der Kohle enthaltenen Stoffe der Landwirtschaft und ...trie zugeführt werden können. Dies Verfahren hat weiterhin den ...n hygienischen Vorteil, daß die Rauch- und Rußplage in den ...tädten vermindert werden kann. Notwendig ist dann auch aller-... der Verkauf von Gas nach 1000 Kalorien statt nach Kubikmetern, ...s in England bereits eingeführt ist. Dann wird es sich auch ..., ob die Forderung Straches sich erfüllt, alle Kohle in den Berg-...bezirken zu vergasen und als Gas über Land zu befördern.

„Die Brennstoffe für Zentralheizungen" besprach Dir. J. Kör-..., Düsseldorf.

Unter dem Titel „Warmwasserheizung mit beschleu-...tem Umlauf" schilderte Dr. Wierz, Charlottenburg, Ver-... die er an der Technischen Hochschule angestellt hatte. Sie ... den Einfluß von aufsteigenden Dampfblasen in Warmwasser-heizungen aufklären, und haben ergeben, daß durch die Dampfblasen keine zusätzlichen Beschleunigungskräfte auftreten. Dieses Ergebnis wurde in der Aussprache mehrfach angezweifelt.

Eine Lösung für die dabei ausgesprochenen verschiedenen Ansichten dürfte wohl meiner Ansicht nach darin zu finden sein, daß man die Strömungsvorgänge in den Heizleitungen als dynamische Frage auffaßt und außer dem vom Vortragenden angezogenen Gesetz von den kommunizierenden Röhren auch die auftretenden Reibungs- und Beschleunigungskräfte betrachten muß. Die Versuche können zurzeit wohl überhaupt noch keinen Einblick in die Größe der durch aufsteigende Dampfblasen verursachten Beschleunigungen ergeben, solange die Berechnung der Einzelwiderstände noch so schwierig ist, daß man, wie der Vortragende selbst zugab, Unterschiede von 20 und 25 vH zwischen gemessenen und berechneten Widerständen als innerhalb der Genauigkeitsgrenzen liegend bezeichnen muß. Hier ergibt sich wieder die Notwendigkeit, Versuche über die Strömungswiderstände in Rohrkrümmern und -formstücken unter Zuhilfenahme des Ähnlichkeitsprinzipes in engstem Zusammengehen mit den Normungsarbeiten durchzuführen.

In seinem Vortrag: „Versuche an Metallfiltern für Luftentstaubung" sprach Dr. M. Berlowitz, Berlin, über die verschiedenen Arten von Metallfiltern mit ölbenetzten Raschigringen oder Prall- und Ablenkungsflächen und die Einführung der Schottschen Filter aus gesintertem Glas für Staubgehaltbestimmungen an Stelle der stark hygroskopischen Papierfilter.

Über die Anwendung der Schmelzschweißung in der Heizungs- und Lüftungsindustrie berichtete Prof. Richter, Hamburg. Die hauptsächlichsten Fortschritte, die die Schweißtechnik erzielt hat, ist der Ersatz von Muffen-, Flansch- und Schraub-Verbindungen durch Schweißnähte und der Ersatz von Krümmern und Formstücken durch geschweißte Rohrbögen aus Flußeisen.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika sind umfangreiche Untersuchungen über die hygienische Bedeutung der Lüftung angestellt worden. Dr. med. F. Lorentz, Hamburg, berichtete über den im Jahre 1923 erschienenen Bericht der Untersuchungskommission[2]). Die Versuche wurden mit ungeheuren Mitteln und größter Gründlichkeit während vieler Monate an Tausenden von Schulkindern vorgenommen. Die hauptsächlichsten Ergebnisse sind: Der Kohlensäuregehalt der Luft spielt in schlecht gelüfteten Räumen nicht die wichtige Rolle, die man ihm bis jetzt im allgemeinen zugeschrieben hat. Weit schädlicher ist der Einfluß zu hoher Temperatur, hauptsächlich in Verbindung mit großer relativer Feuchtigkeit. Diese beiden Faktoren setzen besonders das geistige Arbeitsvermögen ganz bedeutend herab. Blutdruck und Körpertemperatur werden nur durch starke Temperatursteigerung merklich beeinflußt, während die Atmungsorgane, namentlich die Nasenmuschel, durch trockene und noch mehr durch feuchte Hitze stark in Mitleidenschaft gezogen werden. Schlechter Geruch vermindert die Nahrungsaufnahme und beeinflußt dadurch mittelbar den Gesundheitszustand. Tierversuche zeigten, daß diese Erscheinung sogar bis zur Wachstumsverminderung führen kann. Eine Untersuchung der verschiedenen Lüftungssysteme ergab die Überlegenheit eines gut ausgeführten Kreislaufsystems.

In der Aussprache kam die Befürchtung zum Ausdruck, daß die Amerikaner, denen außer großen Geldmitteln auch viel mehr Verständnis und Mitarbeit der Öffentlichkeit zu Gebote steht als bei uns, den vor dem Krieg außer Zweifel stehenden Vorsprung Deutschlands an sich reißen möchten, wenn nicht in verständnisvollstem Zusammenarbeiten Hygieniker und Ingenieure in Deutschland sich mit vermehrtem Eifer diesem Gebiet widmen.

In der Schlußsitzung sprach u. a. Obering. Karsten, Kopenhagen, im Namen der ausländischen Gäste seinen Dank für freundliche Aufnahme aus und erklärte, daß der Kongreß bewiesen habe, daß deutsche Geistesarbeit immer noch ihren alten Ruf aufrecht erhalte.

[M 722] S. Erk.

[1]) s. Z. Bd. 68 (1924) S. 1009.

[2]) Erschienen bei E. P. Dutton & Co., New York.

BÜCHERSCHAU.

...ie und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. 7, Abteilung Sortiment, bezogen werden.

...re Zeppelin-Luftschiffbau. Von Dr.-Ing. eh. L. Dürr. Berlin 1924, V...-Verlag, G. m. b. H. 83 S. m. 186 Abb. u. 1 Taf. Preis geh. Gm. 8, ... in Ganzleinen Gm. 10, in Lederprachtband Gm. 30.

...ie Güte des Baustoffes, seine Festigkeit bei geringem Gewicht, ...i Verkehrsmitteln von besonderer Wichtigkeit, am meisten wohl ...ftschiffe, bei denen die Gewichtersparnis bei allen Einzelteilen ...größeren Einfluß hat als beim Bau von Landkraftfahrzeugen und ...wichtiger ist als beim Schiffbau. Man erkennt das leicht aus ...atsache, daß ein Hohlraum von 1 m³ Inhalt in Wasser einen Auf-...von 1000 kg, in Luft bei 0 °C und 760 mm Q.-S. von 1,29 kg und in ...rstoff einen solchen von 0,09 kg erzeugt. Füllt man also den Hohl-... mit Wasserstoff, so entsteht in Luft ein Auftrieb von rd. 1,2 kg, ...ur etwa der achthundertste Teil wie in Wasser. Große Zellen, ...ige Abmessungen, technische Schwierigkeiten der Zellenversteifung, ...rmgebung des Luftschiffes und seiner Handhabung im Betriebe sind ...lge. Diese Schwierigkeit hat der Luftschiffbau Zeppelin praktisch ...unden und damit eine Ingenieurleistung vollbracht, deren Wert aus dem Versailler Machtspruch und aus dem Vorgehen Amerikas zur Genüge hervorgeht. Zeppelinschiffe sind schon 100 Stunden in der Luft geblieben und haben heute noch unüberbotene Strecken bis zu 6500 km, nach der jüngsten Fahrt des Z R 3 nach Amerika sogar bis zu rd. 8150 km Länge zurückgelegt. Was diese Leistungen für ein Land wie Amerika bedeuten, das den Bau schneller, leichter Kreuzer bis in die jüngste Zeit vernachlässigt hat, liegt auf der Hand.

Zum Glück beruht die Bedeutung des Baues starrer Luftschiffe für Deutschland nicht allein in den hervorragenden Leistungen der Zeppelin-luftschiffe, sondern auch in dem mächtigen Anstoß, den die übrige deutsche Industrie vom Luftschiffbau erhalten, und der vor allem die deutschen Metallwerke angespornt hat, die Baustoffe weitestgehend zu verfeinern. Die Erfolge der deutschen Metallwerke sind nicht nur dem Starrluftschiffbau wieder zugute gekommen, sondern vor allem auch dem deutschen Flugzeugbau, dem hierdurch neue Wege gewiesen worden sind. Doch nicht allein die Verfeinerung des Baustoffes, sondern auch die seiner Formgebung durch den Starrluftschiffbau und Flugzeugbau

ist von großer praktischer Bedeutung geworden, spricht man doch heute ganz allgemein vom „Leichtbau", dessen Einfluß auf andre Verkehrsmittel noch nicht abzusehen ist.

Mit dem Versailler Gewaltspruch ist die Pionierarbeit des Grafen Zeppelin und des Luftschiffbau Zeppelin, G. m. b. H., der heute auf eine 25jährige praktische Tätigkeit zurückblickt, zu einem gewissen Abschluß gekommen. Das hat Dr.-Ing. eh. Dürr, den langjährigen Mitarbeiter des Grafen Zeppelin, veranlaßt, einem umfassenden Werk seine Erfahrungen im Luftschiffbau der Fachwelt und der Allgemeinheit zu überliefern. Er berichtet im ersten Teil an der Hand vorzüglicher Abbildungen über das jüngste Luftschiff ZR 3 (Baunummer der Werft LZ 126), auf das heute die Augen der Welt gerichtet sind. Wir lernen die Abmessungen, die Verbände und Einrichtungen in allen Einzelheiten kennen und gewinnen einen lückenlosen Einblick in den Betrieb eines solchen Riesenluftschiffes. (Vergl. a. Z. Nr. 22.)

Im zweiten und dritten Teile behandelt Dürr den Plan Zeppelins und seine Ausführung, d. h. die Entwicklung der Zeppelin-Luftschiffe nach Form, Größe und Leistung, wobei Graf v. Zeppelin gleich von vornherein auf das Ganze zu gehen bestrebt war.

Der vierte Teil hat den größten Umfang erhalten. Hierin behandelt Dürr die leitenden Gesichtspunkte bei der Durchbildung der Einzelteile, der Träger, der Verspannung, der Ruder- und Steueranlage, Gasanlage, der Gondeln, Maschinen und ihrer Getriebe und Luftschrauben, der Kühl- und Auspufftöpfe, der Einrichtungen für Funkentelegraphie, Befehlsübermittlung, Beleuchtung des Schiffes und Überwachung der Maschinenanlage und erläutert die für Starrluftschiffe zum Teil typische Bauausführung an Hand zahlreicher ausgezeichneter Abbildungen.

Eine besondere Bedeutung erhält dieses Buch durch die Fahrt des hier eingehend dargestellten Luftschiffes vom 12. bis 15. Oktober d. J. von Friedrichshafen nach Lakehurst. Der Verlag hat für eine drucktechnisch vornehme und geschmackvolle Ausstattung gesorgt. [E 701]

Spektren und Atombau. Von N. Bohr. Braunschweig 1924, Friedr. Vieweg & Sohn A.-G. 150 S. m. 13 Abb. Preis geh. Gm. 5.

Die Aufsätze gehen auf Vorträge zurück, die Bohr in den Jahren 1913, 1920 und 1921 gehalten hat. Sie zeigen damit je einen verschiedenen Entwicklungsstand der Theorie. Dabei betont Bohr ausdrücklich, daß es sich bei seiner Atomtheorie nicht um eine „Erklärung" der behandelten Phänomene im gewöhnlichen Sinne der Physik, sondern um die Herstellung einer Verknüpfung zwischen Tatsachen handelt. Und die gelungene Verknüpfung ist es, die der Bohrschen Theorie ihren Reiz und bleibenden Wert verleiht. Der erste Aufsatz behandelt das Wasserstoffspektrum, der zweite die Serienspektren der Elemente und der dritte den Bau der Atome und die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Elemente. [E 743]

Die Bergwerksmaschinen. 3. Bd. **Die Schachtfördermaschinen.** Von Dr.-Ing. E. Förster. Berlin 1923, Julius Springer. 154 S. m. Abb. Preis Gm. 6.

Grundlagen der Elektrotechnik 3. Teil. **Herstellung und Wartung elektrischer Anlagen.** Von A. Kirstein. Berlin 1923, M. Krayn. 175 S. m. Abb. Preis Gm. 3.

Deutsches Gießerei-Taschenbuch. Herausg. v. Verein Deutscher Eisengießereien, Gießereiverband in Düsseldorf. München und Berlin 1923, R. Oldenbourg. 479 S. m. Abb. Preis Gm. 12.

Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung Düsseldorf. Düsseldorf 1924, Verlag Stahleisen. 153 S. m. 114 Za taf., 174 Abb. Preis Gm. 11, geb. Gm. 13.

Deutsche Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Port zement und von Eisen. Portlandzement. 5. Aufl. Berlin 1924, W. & Sohn. 14 S. Preis Gm. 0,45.

Theorie und Berechnung der eisernen Brücken. Von Fr. Bleich. 1924, Julius Springer. 581 S. m. 486 Abb. Preis Gm. 37,50.

Wirtschaft und Kultur. Von C. Lammers. Berlin 1924, Otto E G. m. b. H. 32 S.

Marine Structures, their deterioration and preservation. Report o Committee on Marine Piling Investigations of the Division of Engi ing and Industrial Research of the National Research council. B G. Atwood and A. A. Johnson. Published by the Nat Research Council, Washington D. C., 1924. 534 S. m. Abb.

Die Qualitätsarbeit. Ein Handbuch für Industrielle, Kaufleute, Gew politiker. Von Dr. G. Frhr. v. Pechmann. Frankfurt a. M. Buchverlag der Societäts-Druckerei G. m. b. H. 308 S. Preis G Gm. 6.

Großtaten der Technik. Abreißkalender für Alle. Stuttgart 1925, & Co. Preis Gm. 2.

Bibliothek des Radio-Amateurs. Herausgeg. v. Eugen Nesper. B **Stromquellen für den Röhrenempfang.** Von Dr. W. Spreen. 1924, Julius Springer. 68 S. m. 61 Abb. Preis Gm. 1,50.

Reichsabgabenordnung mit Stundungsordnung u. Beitreibungsord Von Dr. Carl Becher. Berlin 1924, Spaeth & Linde. 360 S. geh. Gm. 6, geb. Gm. 6,60.

Denkschrift über die Werkstudentenarbeit 1923. Herausgeg. u. verleg der Wirtschaftshilfe der Deutschen Studentenschaft.

Student und Wirtschaft. Von C. Duisberg und R. Schai Berlin 1924, VDI-Verlag. 60 S. Preis Gm. 2.

Was soll Deutschland leisten? Die Sachverständigen-Gutachten Dawes und McKenna nebst allen Anlagen. Berlin 1924, Reimar bing. 80 S. Preis Gm. 3.

Arbeitszeit - Merkblatt. Arbeitszeit, Überstunden, Pausen, Nacht und Sonntagsarbeit für Arbeiter und Angestellte; bearbeitet von werberat Rohde, Berlin-Steglitz. Berlin 1924, Carl Heymanns V Taschenformat. 8 S. Preis 20 Pfg., 10 Stück Gm. 1,80.

Diagnostische und therapeutische Irrtümer und deren Verhütung. Prof. Dr. J. Schwalbe, H. 15: **Vergiftungen.** Von Prof. Dr Zangger. Leipzig 1924, Georg Thieme. 226 S. Preis Gm. 6.

Das höhere Schulwesen. Stimmen gegen die Neuordnung des preußi höheren Schulwesens. Hrgb. vom Deutschen Verband techn.-wisse Vereine. Berlin 1924, VDI-Verlag. 47 S. Preis Gm. 0,90.

Mein Rheinland-Tagebuch. Von General Henry T. Allen. A sierte deutsche Ausgabe, gekürzt und mit einer Einführung vers Berlin 1924, Reimar Hobbing. 386 S. Preis Gm. 10, Gzl. Gm. 1

Das System Mussolini. Von L. Bernhard. Berlin 1924, A. S G. m. b. H. 143 S. Preis Gm. 3.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Dauerfestigkeit von Eisen und Stahl bei wechselnder Biegung.

Auf S. 766, Bd. 68 (1924) Nr. 29 dieser Zeitschrift sagt Prof. Dr.-Ing. R. Stribeck:

„Herr Föppl hat, nachdem ihm meine Erwiderung auf seine Zuschrift vorgelegen hatte, die Versuchsergebnisse von Dohms als überholt bezeichnet, was doch wohl heißen soll, daß er ihre Unrichtigkeit erkannt hat."

Hierzu habe ich festzustellen,

1. daß mir weder beim Abfassen meiner Nachbemerkung zu meiner Zuschrift vom 14. Juli 1923, noch beim Lesen der Korrektur dieser Zuschrift nebst Nachbemerkung die Erwiderung des Herrn Prof. Stribeck auf meine Zuschrift vorgelegen hat,
2. daß ich nicht die Versuche von Dohms, sondern meine eigenen Angaben, die ich gegen Stribeck vorgebracht habe, als überholt und ergänzt bezeichnet habe, wobei auf die Literaturstellen denen ich die Ergänzungen veröffentlicht habe, besonders h wiesen ist. Die Versuche von Dohms habe ich nie als überhol daher unrichtig bezeichnet.

Die vorstehende Berichtigung beschränkt sich nur auf die Ri stellung des tatsächlichen Sachverhaltes. Auf die Angriffe, die Stribeck gegen die von mir bzw. unter meiner Leitung durchgefü Schwingungsversuche gebracht hat, werde ich an anderer Stelle worten. O. Föppl, Braunschw

Bemerkung der Schriftleitung: Bei Niederschrift fraglichen Anmerkung konnte Herr Prof. R. Stribeck nicht wi daß die Schriftleitung Herrn Prof. O. Föppl nur seine eigene Zus in Korrekturabzug vorgelegt hatte. [D

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES.

Anläßlich der glücklichen

Fahrt des Zeppelin-Luftschiffes Z R 3

nach Amerika sandte der Verein deutscher Ingenieure am 15. Oktober 1924 folgendes Glückwunschtelegramm an die Zeppelinwerft in Friedrichshafen:

Zeppelin-Luftschiffbau
Friedrichshafen-Bodensee.

Deutschland durcheilt die Kunde, daß Ihr stolzes Luftschiff Amerika erreicht hat. Zu diesem großen, der ganzen Welt sichtbaren Erfolg deutscher Ingenieurkunst senden die deutschen Ingenieure Ihnen, den Erbauern des Schiffes und der Motoren, sowie den wagemutigen Führern die herzlichsten Glückwün Möge dies Ergebnis zielbewußten Schaffens die Fesseln l die der unglückliche Ausgang des Krieges der Entwicklung Luftschiffbaues zu größeren Zielen angelegt hat. Die Ingeni der ganzen Welt sollten einig sein in der Forderung: Freie B jedem, der Großes schaffen kann.

Verein deutscher Ingenieure.

Klingenberg, Vorsitzender. Lippart, Kurator.

Matschoß, Hellmich, Direktoren.

Schluß des Textteiles.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

R. 44 SONNABEND, 1. NOVEMBER 1924 BD. 68

I N H A L T:

Die Hochofengaswirtschaft auf Eisenhüttenwerken[1].

Von Dr.-Ing. K. Rummel, Düsseldorf.

Wärme- und Energiepläne für verschiedene Hüttenwerke. Verbesserungsmöglichkeiten. Wirtschaftlichkeitsberechnungen an der Hand von Wertziffern. Zweckmäßigste Verwendung der Gase. Als Beispiel wird die Wirtschaftlichkeit der Gasmaschine gegenüber der Dampfturbine behandelt. Abhitzekessel. Ausgleich der schwankenden Gasmengen (Gasspeicherung). Regelung der Gasverteilung. Wärmeschalttafel.

Der Hochofen als Gaserzeuger.

Rein wärmewirtschaftlich betrachtet, ist der Hochofen ein idealer Gaserzeuger. Da es die Hauptaufgabe des Hochofens ist, Eisen zu erzeugen, so gehen die Verluste der Vergasung zu Lasten der Eisenerzeugung; der Wirkungsgrad der Vergasung ist somit 100 vH. Der Wert des Gases ist dabei, auf 1000 kcal bezogen, größer als der Wert von 1000 kcal Kohle. Für deutsche Verhältnisse beträgt dieser Wert des Hochofengases auf großen Hüttenwerken im Mittel das ...fache des Preises von 1000 kcal Kohle.

Freilich wird der Hochofen nicht mit Kohle, sondern mit Koks betrieben, und Koks sind teurer als Kohle, und zwar meist, wieder auf 1000 kcal bezogen, teurer als das 1,2fache der Kohle. Bei einem so teuren Ausgangsbrennstoff ist daher, trotz des hohen Wirkungsgrades der Vergasung, der Hochofen als Gaserzeuger nicht wirtschaftlich. Wäre es möglich, einen Hochofen mit Kohle statt mit Koks zu betreiben (etwa durch Einblasen von Kohlenstaub) oder den Wert des Gases ...n zu steigern (etwa durch Anreichern des Gebläsewindes mit Sauerstoff), so könnte der Vergasungsprozeß wirtschaftlich werden, und man könnte dann den Hochofen mit erhöhtem Brennstoffzusatz betreiben, zumal hierdurch auch noch die Eisenerzeugung erhöht und der Hochofen mit kälterem Wind betrieben werden könnte, wodurch Brennstoff erspart würde. Wenn auch diese Gedankengänge zunächst in das Reich der Phantasie gehören, so darf man doch bei Beurteilung des Hochofens als Gaserzeuger das Wertverhältnis des Gases zur Kohle und zu den Koks nicht außer Acht lassen.

Die vorstehende Rechnung stellt ein Beispiel für die Anwendung von Wertverhältnissen, oder wie wir es nennen, Wertziffern dar. Es empfiehlt sich auch in vielen andern Fällen wärmewirtschaftlicher Rechnungen, solche Wertziffern zu benutzen, die also angeben, wievielmal mehr man für 1000 kcal eines Brennstoffes zahlen kann, als für 1000 kcal eines andern Brennstoffes.

Wärme- und Energieverteilung von gemischten Eisenhüttenwerken.

Je teurer der Brennstoff im Verhältnis zu den übrigen Gestehungskosten in einem Lande ist, oder je weniger Brennstoff für die industrielle Erzeugung zur Verfügung steht, desto stärker muß man an Brennstoffen sparen. Da diese Verhältnisse in den Ländern verschieden liegen, so kann man keine allgemeine Weltnorm aufstellen. Was in einem Lande zu einer bestimmten Zeit unter bestimmten örtlichen Verhältnissen für eine bestimmte Fabrikation wirtschaftlich ist, kann unter andern Bedingungen unwirtschaftlich sein. In Deutschland liegt seit vielen Jahren eine immer steigende Notwendigkeit zum Sparen von Brennstoff vor, und deshalb hat sich hier die Hochofengaswirtschaft lebhaft entwickelt.

Es ist bekannt, daß man rechnerisch den Wärme- und Kraftbedarf eines Eisenwerkes bis weit in die Verfeinerung hinein aus den Energiemengen decken kann, die in den Abgasen der Hochöfen und Koksöfen zur Verfügung stehen, ja sogar, daß bei besonders guter Ausnutzung noch Energie nach außen abgegeben werden kann. Praktisch werden die Möglichkeiten von wirtschaftlichen Gesichtspunkten, wie Höhe des Anlagekapitals, Einfachheit des Betriebes, Höhe der Betriebskosten, Güte der Betriebswirtschaft usw. beeinflußt. Die Wärmeverteilung eines Hüttenwerkes zeigt Abb. 1 in der Form eines Wärmeflußplanes und Abb. 2 mit der Änderung, daß statt der Wärmemengen die Kosten eingesetzt sind. Ein weiteres Beispiel für die Verteilung der Wärme auf einem andern Hüttenwerk in andrer Darstellung ist in Abb. 3 wiedergegeben. Weitere Formen solcher Darstellungen sind möglich, angewendet und durch besondre Vorteile ausgezeichnet; ihre Wiedergabe eignet sich aber weniger für die gedrängte literarische Veröffentlichung.

Verteilung der Hochofengase.

Die Verteilung der Hochofengase innerhalb des Rahmens des Hüttenwerkes zeigt, wieder für ein andres Hüttenwerk, Abb. 4. Dieses Werk hat, wie die beiden vorherigen, eine gute Wärmewirtschaft. Bei der Beurteilung ist jedoch zu berücksichtigen, daß alle drei Werke alt sind und erst allmählich ausgebaut wurden, daß also bei einem ganz neuen Werk die Wärmeverteilung noch besser sein würde. Die weitere Entwicklung wird sich auch bei dem Werk in Abb. 4 durch starke Verschiebung nach der Gasmaschinenseite und durch Verringerung der Zahl der Kessel kennzeichnen.

Abb. 5 zeigt, wie sich insbesondere die Gaswirtschaft in den letzten Jahren verschoben hat und welche Richtung die Entwicklung nimmt. Links ist der frühere Zustand eines Werkes, das weder als besonders schlecht, noch als besonders gut anzusprechen ist, wiedergegeben, rechts die Verbesserung, die darin gipfelt, daß die außerhalb des Hochofenbetriebes verfügbare Energie auf das Doppelte gewachsen ist. Der sogenannte Gasüberschuß ist also um 100 vH gestiegen. Erreicht wird das durch verschiedene wärmesparende Maßnahmen, z. B. hat man die Winderhitzer im oberen Teil gegen Wärmeverlust geschützt und für die Einhaltung der richtigen Verbrennungsluftmenge an den Cowpern gesorgt. Das hat den Wirkungsgrad der

[1] Erweiterter Vortrag zur Weltkraft-Konferenz, London 1924. Nach Untersuchungen der Wärmestelle Düsseldorf und der ihr angeschlossenen Werke.

Abb. 1. Monatlicher Wärme- und Energieverbrauch eines Hüttenwerkes.

Abb. 2. Monatlicher Wärme- und Energieverbrauch eines Hüttenwerk[es] ...

Zeichenerklärung: Hochofen, Thomaswerk, Martinwerk, Walzwerk, Hammerwerk, Kohle, Koks, Strom, Gichtgas, Koksgas, Dampf

I. Hauptverteilung.

Dem Werk zur Verfügung stehende Energie = 467 084

Jn die Kokerei eingeführte Energie (einschl. Nebenerzeugnisanl.) 429978

Erzeugnisse der Kokerei

II. Umwandlung der eingeführten Energien in andere Energien.

Jn das Eisenwerk eingebrachte Energie 359 454

Verteilung der in das Eisenwerk eingebrachten Energie 359 454

Umsetzung des Kokses im Hochofen 248 678

Dampferzeugung aus den verschiedenen Energien = 58 900

Eigene Stromerzeugung aus den verschiedenen Energien = 28 860

III. Verteilung der Energie auf die einzelnen Betriebe. 359 454

Verteilung des Kokses 261 584

Verteilung des Koksofengases 67 403

Verteilung des nutzbaren Gichtgases 158 750

Verteilung der Kohlen 58 563

Kohlenverbrauch der versch. Betriebe = 49 127

Verteilung des Dampfes 58 900

Verteilung des Stromes 29 802

IV. Verbrauch der Einzelbetriebe an den verschiedenen Energien.

Hochofen 162 650

Walzwerke 56 736

Nebenbetriebe 33 560

Martinwerke 42 592

Thomaswerk 75 280

Drahtwalzwerk 9 910

Blechwalzwerk 6 210

Hammerwerk 6 035

Abb. 3. Wärme- und Energieverteilung eines Hüttenwerkes in 10^6 kcal.

Abb. 4. Wärmeverbrauch einer älteren Hochofenanlage.

Cowper von 57 auf 75 vH gesteigert; das ist ein recht hoher Wert, den man nur bei sehr guten Betrieben dauernd aufrecht erhalten kann. Den Cowperverbrauch zu messen, ist äußerst schwierig, da die darin aufgespeicherte Wärmemenge ständig wechselt. Die Ergebnisse eines im normalen Betrieb mit allen Mitteln der Technik durchgeführten mehrwöchentlichen Cowperversuchs auf einem andern Werk sind nachstehend angeführt:

Zahlentafel 1. Ergebnisse eines Cowperversuchs.

		Versuch I	Versuch II
Windtemperatur	°C	795	803
Windmenge in der Windperiode	m^3/s	8,86	5,16
Bilanz:			
Vom Wind nutzbar aufgenommen	vH	67,0	66,7
Durch Windverluste entführt	"	0,5	1,0
Abgasverlust	"	15,0	7,8
Gasverlust	"	0,5	0,1
Umstellverluste	"	0,2	0,4
Verluste durch Strahlung, Berührung und Leitung	"	16,8	24,0
Stündlicher Verlust durch Strahlung, Berührung und Leitung auf 1 m^2 Außenoberfläche (Mantel + Kuppel + Boden)	kcal/m^2h	1080	840

Gemäß Abb. 5 sind ferner die Verluste in der Windleitung, vor allem in der Heißwindleitung, von 50 auf 20 vH zurückgegangen, dies hat man durch Abdichten der Leitung und durch ständiges Beobachten der Leitung und der Heißwindschieber nach besonderen Verfahren erreicht; diese Verluste werden stets unterschätzt. Die Verteilung des Gases wird durch selbsttätige Druck- und Mengenregler eingestellt. Überschüsse der Gasausbeute gegenüber dem Verbrauch werden in einem Gasometer und zum großen Teil auch bereits in den Cowpern abgefangen. Schließlich hat man die Gasmaschinen mit Abhitzeke[illegible] versehen.

Die wirtschaftlichste Verwendu[illegible] der Gase.

Die wichtigste Frage der [illegible]wirtschaft ist, wo man die Gase zweckmäßigsten verwendet, ob Gasmaschinen, Kesseln, Öfen, schließlich zur Beheizung von K[illegible]reien. Hierüber geben die Wer[illegible]fern Auskunft. Solche Wertzif[illegible] bezogen auf den Wert oder [illegible] von 1000 kcal Gichtgas gegen 1000 kcal Kesselkohle frei W[illegible] sind für große gemischte Hü[illegible]werke, unter Berücksichtigung [illegible] Abschreibung und Verzinsung [illegible] Anlagekapitals sowie der Betr[illegible] und Verwaltungskosten für mit[illegible] deutsche Verhältnisse:

Gasmaschinen für Stromerzeugung ohne Abhitzekessel	1,3 bi[illegible]
" " " mit "	1,5 „
Gasgebläse ohne Abhitzekessel	1,0 „
" mit "	1,15 „
Beheizung von Kokereien	1,3 „
Martinofenbetrieb (gemischt mit Koksofengas)	1,5 „
Wärm-, Glüh- und Schweißöfen	1,0 „
Kesselheizung bei gleichbleibendem Gasdruck	1,1 „
" als Pufferbetrieb	0,9 „

Wie solche Wertziffern berechnet werden, wird weiter u[illegible] an einem Beispiel gezeigt.

Die Wertziffern geben, wenn man sie mit dem Heizwert [illegible] Gases und dem Preis für 1000 kcal Kesselkohle frei Werk m[illegible]pliziert, unmittelbar an, wieviel man für 1 m^3 Hochofengas bei [illegible] betreffenden Verwendung bezahlen kann, und ermöglichen d[illegible] einen Vergleich der verschiedenen Ausnutzungsverfahren; d[illegible] zweifellos ist dasjenige Verfahren das wirtschaftlichste, wel[illegible] gestattet, den höchsten Preis für 1 m^3 Gas zu bezahlen. [illegible] höhere Wertziffer bedeutet daher eine bessere Ausnutzung [illegible] Gases, und die Güte der Ausnutzung ist der Wertziffer pro[illegible]tional.

Die Wertziffer gibt weiter eine Grundlage für die Verr[illegible]nung des Gases. Eine geordnete Selbstkostenrechnung for[illegible] selbstverständlich, daß dem Hochofenbetrieb das Gas bezahlt w[illegible] Die Höhe dieser Vergütung wird auf den einzelnen Werken [illegible]zeit verschieden, meist aber recht willkürlich bemessen, z. B. in[illegible] 1000 kcal Gas = 1000 kcal Kohle gesetzt werden. Die Wertzi[illegible] liefert dagegen eine genauere und stets richtige Methode für [illegible] Verrechnung. Bei dieser Art der Bezahlung des Gases hat a[illegible] der Hochofenbetrieb das Bestreben, möglichst viel Gas an [illegible]jenigen Abnehmer zu liefern, welcher am meisten zahlt, und [illegible] dem ganzen Werk stellt sich dann das Bestreben ein, das [illegible] wirtschaftlich auszunutzen. Der Preis des Gases regelt sich h[illegible]bei, wie der andrer Ware, nach Angebot und Nachfrage, und j[illegible] Willkür ist ausgeschlossen.

Abb. 5. Wärmeverbrauch einer älteren und einer neueren Hochofenanlage.

...ampfturbinen-Werk mit Gas- oder mit Kohlenfeuerung.

Als Unterlage für die Berechnung dient die Aufstellung ... Kosten für 1 kWh bei Dampfturbinen-Kraftwerken mit Gas...rung unter den Kesseln in Abhängigkeit von der Aus...ung = $\frac{\text{Wirkliche Jahresleistung in kWh}}{\text{eingebaute Leistung} \times 8760\ \text{h}}$, s. Abb. 6.

Der Dampfverbrauch für 1 kWh entspricht hierbei den auf ...en Hüttenwerken praktisch ermittelten Werten, die erheb... über den Garantiezahlen der Firmen und auch über dem Ver...ch mancher großen Überlandwerke liegen. Trotzdem lassen ... die hier eingesetzten Zahlen nicht ganz leicht und nur bei ... gut eingerichtetem Betrieb erreichen.

Beim Aufstellen des Schaubildes, Abb. 6, wurde angenommen, ... 1000 kcal Kohle und 1000 kcal Hochofengas gleichen Wert ...n, daß also für den Vergleich von Turbinenkraftwerken mit ... und mit Kohlenfeuerung die Wertziffer 1 gilt. Auf den ...eis sei hier aus Raummangel verzichtet. Für Gaskessel, ...als Puffer Schwankungen der verfügbaren Gasmengen ver...chen, läßt sich das auf jeden Fall beweisen.

...maschinen-Kraftwerke und Dampfturbinen-Kraftwerke mit Gasfeuerung.

Die Wertziffer erhält man, indem man für die in Gas...hinen erzeugte Kilowattstunde den in Abb. 6 für Dampf...inen ermittelten Preis zugrunde legt. Unter Berücksichti...g von Kapitaldienst und Betriebskosten der Turbinen- und ...Gasmaschinenanlage ergibt sich dann die Linie *A* in Abb. 7. ... Abstand zwischen dieser Linie und der Abszisse gibt an, ...iel man für das Gas zum Erzeugen von 1 kWh ausgeben ..., ohne daß der Strom teurer als der von Dampfturbinen-...twerken wird. Da man den Brennstoffverbrauch der Gas...hinen kennt, so kann man hieraus berechnen, wieviel man ... 1000 kcal Gas bezahlen kann, und da man anderseits auch ..., was 1000 kcal Kohle kosten, so kann man daraus die Wert...r für Gasmaschinen gegen Dampfturbinenkraftwerke mit ...lenfeuerung bestimmen. Diese Wertziffer gilt auch für Gas...hinenwerke gegen Turbinenkraftwerke mit Gasfeuerung, ...ie Wertziffer von Turbinenkraftwerken mit Kohlen- gegen ...euerung 1 ist.

Linie 1 in Abb. 8 stellt die Wertziffer von Gasmaschinen-...twerken gegenüber Dampfturbinen-Kraftwerken mit Gas...ung in Abhängigkeit vom Ausnutzungsfaktor des Kraftwerks dar. Der Vergleich bezieht sich auf zeitgemäß angelegte Hüttenkraftwerke mit rd. 20 000 kW eingebauter Leistung. Für die Gasmaschinen sind 3000 bis 4000 kW Nennleistung angenommen. Ferner ist vorausgesetzt, daß die Gasmaschinen im Mittel mit 85 vH ihrer Nennleistung belastet sind, und oberhalb der Vollast oder unterhalb 70 vH die Nennleistung durch Ein- oder Ausschalten ganzer Maschinen geregelt wird. Selbstverständlich werden die Abgase in Abhitzekesseln ausgenutzt. Im Dampfturbinen-Kraftwerk seien Maschinen zwischen 8000 und 3000 kW Nennleistung vorhanden, die Nachtbelastung betrage im Mittel ⅔ der Tagesleistung, und die Sonntagsbelastung etwa ⅓ der Belastung an Wochentagen. Der Dampfverbrauch an der Schalttafel betrage einschließlich aller Hilfsmaschinen

beim Ausnutzungsfaktor	1	0,65	0,25
kg/kWh	6	7,1	8,5.

Für Gasmaschinen mit Abhitzekesseln ist der Verbrauch mit 3600 kcal/kWh und für Gasmaschinen ohne Abhitzekessel mit 4200 kcal/kWh angenommen. Auch dieser Verbrauch ist erheblich höher, als die Maschinenfabriken zusichern. In der Praxis hat man dagegen in großen Gasmaschinen-Kraftwerken ohne Abhitzekessel einschließlich des Eigenverbrauchs zwischen 3800 und 4800 kcal/kWh gemessen. Die Abhängigkeit des Brennstoffverbrauchs vom Ausnutzungsfaktor wurde dadurch ausgeschaltet, daß nach der Annahme mit ganzen Maschinen reguliert wird und alle Maschinen gleiche Leistung haben.

Linie 1 entspricht bezüglich Kesselanlage, Betriebs- und Brennstoffkosten den Verhältnissen, die in Deutschland 1913 herrschten. Heute sind jedoch die Kohlen im Verhältnis zu den übrigen Kosten in Deutschland teurer, während sie in andern Ländern der Welt nicht unerheblich billiger sind. Linien 2 und 3 gelten, wenn der Kohlenpreis das 1,5fache und das 0,67fache beträgt. Linie 2 entspricht so heute[1]) etwa den deutschen Verhältnissen, Linie 3 den Bedingungen, die zum Teil in andern Ländern herrschen. Das Verhältnis der Brennstoffkosten und der sonstigen Kosten ist für den häufigsten Ausnutzungsfaktor 0,65 nachstehend angegeben.

Zahlentafel 2. Kosten von 1 kWh bei Gasmaschinen-Kraftwerken (Ausnutzungsfaktor 65 vH).

	Brennstoffkosten vH	Sonstige Kosten vH
Mittlerer Kohlenpreis	36,9	63,1
Hoher Kohlenpreis	53,6	44,4
Niedriger Kohlenpreis	23,6	76,4

Abb. 8 lehrt nun, daß die Wertziffer im Gegensatz zur üblichen Anschauung mit fallendem Ausnutzungsfaktor des Kraftwerkes steigt. Das liegt daran, daß der Wärmeverbrauch für 1 kWh bei Gasmaschinen-Kraftwerken, unabhängig von der Ausnutzung, gleichbleibend angenommen wurde, weil mit ganzen Einheiten geregelt werden soll; bei Dampfkraftwerken in Hüttenanlagen hängt dagegen der Wirkungsgrad, namentlich der Kessel, erfahrungsgemäß sehr stark von der Ausnutzung ab.

Für deutsche Verhältnisse ist ferner die Gasmaschine stark im Vorteil; die Wertziffern betragen hier bei den praktischen Ausnutzungsfaktoren von rd. 65 vH weit über 1. In ver-

[1]) März 1924.

Abb. 6. Kosten von 1 kWh bei Dampfturbinen-Kraftwerken mit gasgefeuerten oder kohlengefeuerten Kesseln bei mittlerem Kohlenpreis.

Abb. 7. Zulässige Kosten von 1 kWh bei Gasmaschinen-Kraftwerken.

1) mittlerer Kohlenpreis.
2) hoher "
3) niedriger "
1a) mittlerer Kohlenpreis und 25 vH niedrigerer Dampfverbrauch der Turbine.
1b) mittlerer Kohlenpreis und 10 vH niedrigerer Dampfverbrauch der Turbine.
2a) hoher Kohlenpreis und 25 vH niedrigerer Dampfverbrauch der Turbine.

Abb. 8. Wertziffern für Bewertung des Gases bei Gasmaschinenbetrieb gegenüber Dampfturbinenbetrieb mit gasgefeuerten Kesseln.

stärktem Maß ist dies bei teurer Kohle, Linie 2, der Fall. Nur bei niedrigem Kohlenpreis ist die Dampfturbine der Gasmaschine überlegen.

Je nach den Verhältnissen des Einzelfalles ist die Linie der Wertziffern verschieden. Nach Abb. 6 und 7 ist es aber nicht schwierig, für jeden Sonderfall entsprechende Überlegungen anzustellen.

Untersucht werde schließlich der Fall, daß man den Dampfverbrauch der Turbinenanlage durch Übergang auf höhere Drücke von rd. 40 at (Hochdruck) und — entsprechend den Ergebnissen der neuen Brünner Dampfturbine — gesteigerten thermodynamischen Wirkungsgrad verringert. Nimmt man als Abnahme des Dampfverbrauches 25 vH und zugleich als Erhöhung der Kesselkosten insgesamt 30 vH, der Turbinenkosten 10 vH an, so erhält man die Linie 1 a und 2 a.

Das Diagramm zeigt, daß die Abnahme des Dampfverbrauches der Turbine um 25 vH unter den angenommenen Verhältnissen den wirtschaftlichen Tod der Gasmaschine bedeutet, wenn es nicht gelingt, auch sie etwa durch allgemeine Einführung des Aufladeverfahrens und durch Dampferzeugung aus dem Kühlwasser erheblich zu verbessern.

Schon die Abnahme des Dampfverbrauchs um 10 vH, die ohne weiteres durch den Übergang auf 40 at Dampfdruck und 375 °C Überhitzung erreichbar ist, erniedrigt die Wertziffer erheblich. Linie 1 b zeigt diese Wertziffer für den mittleren Kohlenpreis, der in den Linien 1 und 1 a zugrunde gelegt ist, und für die gleichen Abschreibungen wie für Linie 1 a.

Abb. 9. Verdampfung von Abhitzekesseln hinter Gaskraftmaschinen, bezogen auf die Belastung der Gasmaschine.

Wirtschaftlichkeit der Gasgebläse.

Für den Antrieb von Gebläsemaschinen gelten die gleichen Überlegungen wie für die Stromerzeuger. Wenn man aber nicht mit verschiedenen Maschinen auf eine gemeinsame Leitung bläst, sondern, wie mehr und mehr üblich wird, jeden Hochofen durch ein besondres Gebläse mit Wind versorgt und zugleich dem Hochofen den Wind nicht nach Druck, sondern nach Menge zumißt, wie sich gleichfalls empfiehlt, so wechseln die Winddrücke ziemlich stark. Dadurch wird die Gasmaschine ungünstig beansprucht; denn mit dem Winddruck wechselt die Leistung des einzelnen Kolbenhubes, und eine so veränderliche Belastung verschlechtert den thermischen Wirkungsgrad der Gasmaschine. Diese Verschlechterung kann man zwar durch Abhitzekessel mildern; immerhin wird der Wärmeverbrauch erheblich höher, während die Dampfkolbenmaschine und das Dampf- oder elektrische Turbogebläse in dieser Beziehung viel weniger empfindlich sind. Der Unterschied zwischen Dampfbetrieb und Gasbetrieb verschiebt sich daher zugunsten des Dampfbetriebes, und das Ergebnis spricht in manchen Fällen für das Turbogebläse, zumal auch der Platzbedarf und die sonstigen Bedürfnisse dieser einfachen und verhältnismäßig billigen Maschine gering sind; man kann die Turbogebläse unmittelbar am Hochofen aufstellen, was kurze Leitungen mit geringen Windverlusten ergibt. Daher muß man von Fall zu Fall scharf beurteilen, welche Maschinenart den Vorzug verdient.

Werke mit Gasüberschuß und Werke mit Gasmangel.

Bisher war stillschweigend angenommen, daß die d Verwendung von Gasmaschinen ersparten Gasmengen an an Stelle nutzbringend verwendet werden. Dies ist jedoch Hüttenwerken nicht allgemein der Fall. Wir müssen d noch die günstigste Gasausnutzung mit Rücksicht auf die samtverhältnisse eines Werkes, d. h. auf die gleichzeitig lichen Verwendungen außer dem Kraftwerk betrachten. bisher betrachtete Grenzfall ist: Ein Werk hat sehr gr Energiebedarf, der selbst bei geringem Beschäftigungsgrad dem verfügbaren Gas allein nicht gedeckt werden kann, so stets noch Zusatzbrennstoff verfeuert werden muß. Di Werk kann also das Hochofengas stets voll ausnutzen und gesehen von Undichtheiten, geht kein Gas verloren. We dann z. B. a kcal in Gasmaschinen für Stromerzeugung mit Wertziffer b benutzt, und im Rest der Gase a_1 kcal mit Wertziffer b_1 unter Kesseln verbraucht, so ist diejenige nutzungsart für das Werk die beste, bei der $a \cdot b + a_1 \cdot b_1$ größten Wert hat.

Ein zweiter Grenzfall ist ein Werk, das selbst bei v Beschäftigung stets Gasüberschuß hat, und ihn nicht verwer kann. Hier geht ständig Gas verloren. Wenn man hier z das Gasmaschinen- und das Dampfturbinen-Kraftwerk gleicht, so ergibt die Rechnung auf der gleichen Grundlage oben die unbedingte Überlegenheit der Turbine. Bei Turbine ist zwar für die gleiche Menge von Kilowattstunde größer, dagegen ist b kleiner als bei der Gasmaschine. Produkt $a \cdot b$ ist bei Dampfturbinen größer als bei Gasmaschi und infolgedessen wird bei diesem Werk die Summe $+ a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + \ldots\ldots$ bei Turbinenbetrieb ein Höchstw

Man kann sich das auch so klar machen: bei 65 vH nutzung des Kraftwerks und Turbinen mit Hochofengaskes kann man nach Abb. 6 1,30 ₰/kWh für das Gas bezahlen, Gasmaschinen jedoch unter sonst gleichen Umständen Abb. 7 nur 0,83 ₰/kWh. Die Turbine ist also überlegen.

Abb. 10. Leistung von Abhitzekesseln hinter Gasmaschinen in Abhängigkeit von der Abgastemperatur.

diesen Grenzfall ist das Ergebnis übrigens selbstverständli wenn man Gas im Überschuß hat, spielt der Verbrauch an keine Rolle, so daß nur die billigeren Anlage- und Betrie kosten entscheiden. Diese sind aber bei der Turbine niedri

Zwischen den genannten Grenzfällen liegen zahlrei Möglichkeiten, wo das Ergebnis weniger leicht zu finden Bleibt eine Gasmenge mit c kcal ungenutzt, deren Wertzi null ist, so muß allgemein $a \cdot b + a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + c \cdot 0$ Höchstwert sein. Daraus ergibt sich als Regel für die Vor bestimmung der besten Ausnutzung des Hochofengases, daß Gesamtpreis, der für abgegebenes Gas bezahlt werden ka möglichst hoch sein muß. Auf der Grundlage der W ziffern hat man die für jeden Zweck verbrauchte Gasmenge der entsprechenden Wertziffer zu multiplizieren und die Sum dieser Produkte zu bilden. Diese Summe wird für die schiedenen Möglichkeiten aufgestellt, und wenn sie den Höch wert erreicht, so ist die günstigste Ausnutzung des Gases geben.

Abhitzekessel für Gasmaschinen.

Wir haben grundsätzlich angenommen, daß die G maschinen mit Abhitzekesseln versehen sind; Abhitzeke hinter den hier vorausgesetzten Viertaktmaschinen sind so wi schaftlich, daß man heute keine solchen Anlagen ohne Abhi kessel bauen sollte.

Nimmt man an, der Dampf der Abhitzekessel werde wie in elektrische Kraft umgesetzt (etwa in Spitzenturbinen,

ßo Schwankungen der Belastung von den Gasmaschinen fern-en), so sind die Anlagekosten für 1 kW eingebaute Leistung Gasmaschinen mit Abhitzekesseln nicht größer, sogar ein ig kleiner, als bei Gasmaschinen ohne Abhitzekessel. Zwar men die Kesselkosten hinzu, anderseits steigt aber die stung. Auch die Betriebskosten für 1 kWh am Schaltbrett zen nicht; den Brennstoff — das Abgas der Gasmaschine rhält man ganz kostenlos. Bei 85 vH Gasmaschinenbelastung innt man etwa 1,2 kg/kWh Dampf, womit man selbst unter ünstigen Verhältnissen, z. B. bei Spitzenturbinen, mindestens kWh erzeugen kann, so daß der Gewinn an Leistung 15 20 vH beträgt. Diese 15 vH Mehrleistung kosten keinen nnstoff, der Brennstoffbedarf des Werkes sinkt also von 100 $\frac{100}{115}$ = rd. 86 vH.

Bemerkenswert ist, daß die Leistung solcher Abhitzekessel abnehmender Belastung der Gasmaschine nur wenig sinkt, . 9. Zwischen 85 und 35 vH Belastung sinkt die Leistung Abhitzekessels, gemessen am erzeugten Dampf, nur von 100 000 auf 80 000 kcal/h. Das ist wichtig; bei Anwendung Abhitzekesseln wird nämlich die Kurve der Abhängigkeit Wärmeverbrauchs der Gasmaschine von der Belastung, die ler als bei Turbinen verläuft, flacher, so daß man bei wech-der Belastung mit gleichmäßigerem Gasverbrauch arbeitet. egen hängt die Leistung des Abhitzekessels stark von der peratur der Abgase ab, s. Abb. 10.

Abb. 11. Hauptstelle für Gasverteilung.

Verteilung und Speicherung des Gases.

Gute Gaswirtschaft fordert, daß die jeweils verfügbaren mengen auf die Verbrauchstellen gut verteilt werden. Die tigsten Bedingungen hierfür sind, daß jede Verbrauchstelle sam arbeitet und daß kein Gas ungenutzt entweicht. Dafür es oft notwendig, die Gasmaschinen auf Kohlenoxyd in den asen und auf richtige Einstellung der Steuerung zu unter-hen, ferner die Feuerungen an Öfen und Kesseln namentlich richtige Einstellung der Verbrennungsluft zu überwachen. Einstellung der Verbrennungsluft kann halb oder ganz selbst-tä je nach dem Gasdruck erfolgen und vereinfacht sich wesent-li, wenn man, wo viele Feuerungen vorhanden sind, den Gas-k durch besondere Regelvorrichtungen gleichförmig erhält. richtungen, die den Gasdruck, die Gasmenge oder die Menge Verbrennungsluft selbsttätig regeln, haben sich in Deutschland praktischen Betrieb vielfach bewährt. Sie wirken so, daß bei Druckregelung der Gasdruck, bei der Mengenregelung der ckunterschied Membranen und Kontakte verstellt; dadurch 1 ein hydraulischer oder Elektromotor in Gang gesetzt, der Drosselklappe in der Gas- oder Luftleitung verstellt. Hier-sind sehr verschiedene und bemerkenswerte Schaltungen auf cke und Leitungen möglich.

Da Gaslieferung des Hochofens und Energiebedarf der gas-hmenden Betriebe in ziemlich weiten Grenzen wechseln, muß man auf guten Ausgleich sehen. Dazu benutzt man entweder das Gas in Cowpern, Gasbehältern und Dampfspeichern oder Kessel, die abwechselnd mit Gichtgas oder anderm Brennstoff (Öl, Kohle, Kohlenstaub) gefeuert werden; schließlich kann man die Schwankungen auch durch Zusatz von Gas aus Abstichgas-erzeugern ausgleichen. Auf diesem Gebiet vollzieht sich zurzeit eine starke Entwicklung, die noch nicht abgeschlossen ist. Daher können hier nur zum Teil Ergebnisse der Erfahrung mitgeteilt werden; zum großen Teil gibt das Folgende Richtlinien für die künftige Verbesserung.

Cowper.

Cowper[1]) sind von Haus aus nichts andres als Speicher. Es ist daher natürlich, daß man sie außer zur Winderwärmung auch zum Ausgleich der Gasspitzen heranzieht. Die Arten der Speicherung sind hierbei außerordentlich vielseitig. Der Wirkungsgrad der Speicherung, also das Verhältnis zwischen aufgenommener und abgegebener Spitze, beträgt je nach dem Verfahren und der Arbeitsweise der Cowper rd. 70 bis 100 vH. Je länger die Spitze dauert, desto schlechter wird der Wirkungsgrad. Die Anlagekosten sind null, da die Cowper ohnedies vorhanden sind. Die Regelung muß bei kurzen Spitzen von weniger als ½ h Dauer auch bezüglich der Verbrennungsluft voll selbsttätig sein. Die Einrichtungen hierfür sind nicht ganz billig; bei längeren Spitzen kann man mit der Hand bestimmte Druckverhältnisse einstellen.

Das Anwendungsgebiet erstreckt sich am besten auf Spitzen von ½ bis 3 h Dauer. Läßt man nennenswerte Wirkungsgradverschlechterung zu, so eignet sich diese Art der Speicherung auch für längere Spitzen, und damit in ziemlichem Umfang auch für den Ausgleich zwischen Tag- und Nachtbetrieb und für Sonntagspitzen. Die Speicherung erfordert aber einen gut geordneten Betrieb und läßt sich in größerem Maße nur durchführen, wenn man die Windtemperatur an den Hochöfen durch Zusatz von Kaltwind regelt.

Gasbehälter (Gasometer).

Der Wirkungsgrad beträgt 100 vH. Die Anlagekosten sind ziemlich erheblich. Die Regelung ist ganz selbsttätig. Die Anwendung beschränkt sich wegen des hohen Preises auf Spitzen, die öfter als einmal in 24 h auftreten, namentlich kleine, oft wiederkehrende Spitzen. Für den Ausgleich zwischen Tag und Nacht, oder gar zur Aufspeicherung von Sonntagsüberschüssen, sind Gasbehälter daher nicht geeignet. Je billiger die Energie gegenüber den Anlagekosten ist, um so weniger wirtschaftlich wird besonders der Gasbehälter. Ist überflüssiges Koksofengas vorhanden, das, auf 1000 kcal bezogen, nicht erheblich teurer als Gichtgas abgesetzt werden kann, so empfiehlt es sich, Koksofengas statt Hochofengas in Gasbehältern zu speichern und damit den Energiebedarf auszugleichen. Hierbei wird der Speicher für die gleiche Energiemenge erheblich billiger.

Dampfspeicherung[2]).

Zu unterscheiden sind Gefällspeicher (System Ruths) und Gleichdruckspeicher. Beim Gefällspeicher wird die Wärme des Speicherwassers durch Verdampfen bei Druckerniedrigung frei, beim Gleichdruckspeicher erwärmt man das Speicherwasser unter vollem Kesseldruck auf die diesem Druck entsprechende Temperatur, um es bei großem Dampfbedarf als heißes Speisewasser zu benutzen.

Beim Gleichdruckspeicher beträgt der Wirkungsgrad etwa 95 bis 98 vH, die Anlagekosten sind verhältnismäßig niedrig, und die Regelung erfolgt mit der Hand oder halbselbsttätig. Ganzselbsttätige Regelung ist zwar denkbar, aber mit gewissen Schwierigkeiten verbunden und praktisch noch nicht durchgeführt. Innerhalb der Grenzen der für dieses Verfahren zulässigen beschränkten Spitzenleistung wird auch der Wirkungsgrad der Kesselanlage durch größere Gleichmäßigkeit der Belastung verbessert.

Anwendungsgebiet: Die Speicherleistung ist nach der Höhe der aufzunehmenden Spitze durch physikalische Beziehungen beschränkt, namentlich wenn, wie meist auf Hütten-

[1]) s. a. K. Rummel, Die Speicherung von Gasüberschüssen in Winderhitzern. Stahl u. Eisen Bd. 43 (1923) S. 225.

[2]) s. K. Rummel, Formen und Wirtschaftlichkeit von Dampfspeichern. Mitt. Nr. 57 der Wärmestelle Düsseldorf.

werken, das Speisewasser mit andern Mitteln auf fast 100 °C vorgewärmt werden kann. Wo außer für die Kesselanlage heißes Wasser von über 100 °C nicht gebraucht wird, ist dieses Speichersystem für den Ausgleich von Tag- und Nachtmengen nur sehr beschränkt anwendbar. Bei der Anzapfheizung des Speisewassers (Regenerativ-Kreisprozeß), der allem Anschein nach die Zukunft gehört, sind Gleichdruckspeicher nicht anwendbar.

Beim Gefällspeicher beträgt der Wirkungsgrad etwa 95 bis 98 vH, und die Anlagekosten sind etwas höher als beim Gleichdruckspeicher. Die Regelung ist ganz selbsttätig. Man regelt damit gleichzeitig in stärkerem Maß die Kesselbelastung und erzielt infolgedessen durch den besseren Kesselwirkungsgrad Wärmeersparnisse.

Abb. 12. Meßhäuschenreihe.

Anwendungsgebiet: Bei neuen Hüttenkraftwerken, in denen Dampf gebraucht wird (was immer vorteilhaft ist), oder bei alten Anlagen mit Abdampf- oder Zweidruckturbinen sind diese Speicher sehr zweckmäßig und — mit Ausnahme der Cowper innerhalb der diesen gezogenen Grenzen — andern Speichern überlegen. Verbindung mit Gleichdruckspeichern ist möglich, verschlechtert aber die Einfachheit und Übersichtlichkeit der Anlage.

Ausgleich der Schwankungen durch Kessel für Gas- und Kohlen- (Kohlenstaub- oder Öl-) Feuerung.

Der Wirkungsgrad des Ausgleichs beträgt bei bester Ausführung nahezu 100 vH. Die Anlagekosten sind mäßiger als bei Gasbehältern und Dampfspeichern. Die Regelung ist einfach und erfolgt mit der Hand, setzt aber tüchtige Bedienung voraus.

Das Anwendungsgebiet beschränkt sich auf Werke mit sehr großem Energiebedarf, der aus den Hochofengasen allein nicht gedeckt werden kann, und die zugleich viel Dampf verbrauchen[1]). Verbindung mit Dampfspeichern ist möglich und
Grund der allgemeinen Gesichtspunkte für die Dampfspeiche
großen Kraftwerken nach der Form des Belastungsdiagram
der Kesselanlage zu beurteilen.

Abstichgaserzeuger[2]).

Der Wirkungsgrad beträgt bei Anwendung von
hitzekesseln hinter den Gaserzeugern und bei Schwankungen z
schen Halb- und Vollast rd. 75 bis 80 vH. Die Anlagekost
und Betriebskosten bilden bei geringer Ausnutzung einen erl
lichen Teil der Gesamtgaskosten. Die Regelung ist verhält
mäßig einfach und kann ganz selbsttätig ausgebildet wer
obgleich es praktisch noch nicht geschehen ist.

Als letztes Mittel des Ausgleichs besteht die Möglich
Kraft nach auswärts, gewöhnlich in der Form elektrischer E
gie, abzugeben. Dieses Mittel wird allerdings verhältnismä
wenig angewandt, vor allem, weil es schwierig ist, die Interes
des liefernden und des belieferten Werkes, z. B. eines Überla
kraftwerkes, in Einklang zu bringen. Trotzdem wird es sich
enger besiedelten Gegenden allmählich Geltung verschaffen.

Maßnahmen des Betriebes für gute Gasverteilung.

Abgesehen von mehr oder weniger selbsttätigen Speich
und Ausgleichverfahren, läßt sich eine geordnete betriebliche
gelung zwischen Gasangebot und Gasnachfrage nicht entbeh
Jeder gasverbrauchende Betrieb muß für sich streben, das
gleichmäßig abzunehmen, und kann in dieser Beziehung n
manches erreichen. Dies lehrt schon die Umstellung der Cow
Bis ein Cowper vom Gas abgestellt und der nächste Cowper
Gas genommen wird, vergehen beim Umstellen der Windven
3 bis 8 min. Während dieser Zeit verbraucht der Cow
kein Gas, und es entsteht eine Gasspitze, die man verringern ka
indem man die Zeit des Umstellens durch besondre Schnellschl
ventile, durch Einüben des Umstellvorganges mit Hilfe von Z
sudien usw. möglichst abkürzt. Ein großzügiges Mittel ist die
ausschauende Arbeitsverteilung der einzelnen Betriebe derart,
die Spitzen im Kraft- und Wärmeverbrauch nicht zusammenfall

Sehr zweckmäßig ist es, die Gasverteilung einer besonde
Hauptstelle, Abb. 11, zu übertragen, der alle Wechsel in der G
lieferung und im Gasbedarf durch Signale oder Fernsprecher m
geteilt werden. Für wichtige Stellen wird ein besondres Fe
sprechnetz angelegt. In dieser Verteilstelle stehen Meßwerkzeu
die eine Gesamtübersicht der Gasdrücke und Gasmengen in
einzelnen Rohrleitungen aufzeichnen. Wichtige Meßstellen
entfernteren Betrieben liefern ihre Anzeigen durch Fernmeld
an die Verteilstelle.

In den Betrieben selbst werden die Meßwerkzeuge entweder
kleineren Verteilstellen oder in Reihen von nebeneinander lieg
den Meßhäuschen, Abb. 12, untergebracht, die genormt sind.
Hauptverteilstelle ist bei Tag und Nacht durch eine Art Schaltta
wärter besetzt, der nach Anweisung und genauer Kenntnis
Bedarfs und der Arbeitsweise der einzelnen Betriebe entschei
welche Gasmenge jeder Einzelbetrieb gebrauchen darf. Sol
Hauptverteilstellen haben sich sehr bewährt. Die Zeit ist ni
mehr fern, in der die Einrichtung einer Wärmeschalttafel eben
selbstverständlich ist, wie das Schaltbrett eines elektrischen Kra
werks. [B 601

[1]) Eine gewisse Zahl von Kesseln auf Hüttenwerken beizubehalten, empfi
sich schon deshalb, weil sie einen einfachen Ausgleich ermöglichen. Mit and
Worten: es scheint nicht erwünscht, daß sich Hüttenwerke ausschließlich
Gasmaschinen und elektrischen Betrieb unter Ausschluß von Dampf umste
Völliger Verzicht auf die Dampfwirtschaft auf Hüttenwerken ist schon des
ausgeschlossen, weil viel Wärme für Heizungen, für Beizen, für Gaserze
usw. gebraucht wird; es empfiehlt sich daher dringend, in gewissem Aus
Kraft- und Wärmeversorgung mit Dampf zu kuppeln, was wirtschaftlicher
als wenn man den erforderlichen Strom nur mit Gasmaschinen erzeugt und
den Bedarf an Wärme von niedriger Temperatur besondere Vorkehrungen tr
Ein gewisser Umfang an Dampfwirtschaft ergibt sich auch durch die Abh
kessel der Gasmaschinen. Freilich könnte man einen großen Teil der Wä
niedriger Temperatur aus dem Abwasser der Gasmaschinenkühlung und and
Kühlwasser des Werkes decken.

[2]) s. a. „Der Abstichgenerator als Ausgleicher der Schwankungen
Gasmengen im Hochofenbetrieb". Mitt. Nr 34 der Wärmestelle Düsseldorf.

Unfallverhütung durch das Bild.

Vor einigen Monaten hat die beim Verbande der Deutschen Berufsgenossenschaften eingerichtete Zentralstelle für Unfallverhütung eine besondre Unfallverhütungsbild G. m. b. H. ins Leben gerufen. Diese hat die Aufgabe, fortlaufend gute Unfallbilder, von Künstlerhand geschaffen, herstellen zu lassen und planmäßig zu verbreiten. Die ersten dieser Bilder sind inzwischen erschienen. Bei dem einen handelt es sich um ein allgemeines Bildplakat, das auf die noch immer allzugroße Zahl der Unfälle hinweist und jeden im Betriebe Stehenden mahnt, zur Verhütung und Verringerung der Unfälle das Seinige beizutragen. Das zweite Bildplakat mahnt insbesondere zum Schutze der Augen.

Von größter Wichtigkeit bei diesen Aufklärungsarbeiten ist
Art der Verbreitung. Man will sich hier der Hilfe der Berufsgenoss
schaften selbst bedienen, die die Bilder und Plakate tunlichst in je
einzelnen Betrieb bringen können und sollen. Sache des Arbei
gebers wie auch der Arbeitervertretungen wird es da
natürlich sein, für die regelmäßige und möglichst augenfällige A
hängung der Bilder zu sorgen.

Ausdauernde und planvolle Bekämpfung der noch immer al
häufigen Unfälle, insbesondere der durch Fahrlässigkeit, Leichtsinn
Unachtsamkeit hervorgerufenen, ist eine der wichtigsten Aufgaben uns
Gesamtwirtschaft. Darum ist der neuen Gesellschaft die allgeme
Unterstützung dringend zu wünschen, die allein einen wirklichen Erf
verbürgt. [N 790]

Die Berechnung von Kreiselpumpen.

Dr.-Ing. H. G. Bader, Heidelberg.

Die Theorie der gebundenen Wirbel, die sich bei der Berechnung von Tragflügeln bewährt hat, läßt sich auf die planmäßige Gestaltung von Kreiselpumpen mit Erfolg anwenden. Die bekannte fehlerhafte Grundgleichung für die Berechnung der Druckhöhe wird durch eine Gleichung für die Druckhöhe abgelöst, die nicht nur die beträchtlichen Abweichungen von Meßwerten vermeidet, sondern auch die Kennlinie vorzüglich charakterisiert. Die Betrachtung gewinnt Einfluß auf die Gestaltung der Schaufeln und weist nach, daß auch Kreiselpumpen mit radial von außen nach innen gerichteter Durchströmung positive Drucksteigerungen zu liefern imstande sind. Derartige Bauweisen können in Anbetracht ihrer hohen Schluck- und Saugfähigkeit bei sorgfältiger Durchbildung im Pumpenbau Bedeutung gewinnen.

Vereinigt man die Druckgleichungen für die Strömungs- und die Richtungsänderungen eines Flüssigkeitsfadens, so zeigt sich, daß eine kreisende Flüssigkeitsbewegung nur dann …Einwirkung äußerer Kräfte bestehen kann, wenn die Um…eschwindigkeit jedes Flüssigkeitsteilchens umgekehrt pro…nal seinem Abstand von der Achse der kreisenden Bewegung …ine derartige kreisende Flüssigkeitsbewegung nennt man …Wirbel. Aus der Überlagerung von Wirbeln über eine Pa…römung gelingt es, jede beliebige Strömung nachzubilden. …ufzeichnung der Überlagerung eines Wirbels über eine Pa…römung läßt erkennen, daß diese in ihrer Richtung geändert …, wobei stets die stärksten Richtungsänderungen in der …der Wirbelachse auftreten. Die Gesamtheit der Richtungs…ngen hat natürlich eine beschleunigende Kraft zur Voraus…, die aus Symmetriegründen senkrecht zur mittleren Richtung …rallelströmung an der Wirbelachse angreift. Nun mißt man …rbelstärke (Zirkulation), indem man längs einer beliebigen …ssenen Kurve die Umfangselemente mit den gleich gerich…n Komponenten der Strömungsgeschwindigkeit multipliziert …tegriert. Den Integralwert pflegt man mit Γ m²/s zu be…en und Wirbelstärke zu nennen. Das Produkt der Wirbel… mit der Geschwindigkeit v m/s der Parallelströmung- oder …ranslationsgeschwindigkeit des Wirbels senkrecht zu …Achse in ruhender Flüssigkeit und der Flüssigkeitsdichte … kg s²/m⁴ ergibt die resultierende Kraft R kg senkrecht zu v …r Wirbelachse, Abb. 1, für die Einheit der Wirbellänge b:

$$\frac{R}{b} = \varrho\, v\, \Gamma \text{ kg/m.}$$

…s ist wirtschaftlich nur durch derartige Flüssigkeitskräfte …h, Leistung von einer Flüssigkeit abgeben oder aufnehmen …sen. Diese Beziehung ist also von größter Bedeutung für …aschinen, die ihren Antrieb durch strömende Flüssigkeiten …iase empfangen bzw. der Förderung von solchen dienen. …lh tritt sie nur ganz ausnahmsweise in dieser einfachsten …in Geltung. Denn die Bewegungen wirklicher, also nicht …gsfreier Flüssigkeiten lassen sich nur dadurch hinreichend …beschreiben, daß man statt einzelner isolierter Wirbel Häu… von Wirbeln mit unendlich kleiner Stärke annimmt, die …f entferntere Flüssigkeitsteile wesentlich die gleiche Wir…wie einzelne isolierte Wirbel endlicher Stärke äußern. Für …fnahme von Strömungskräften aus Flüssigkeiten kommen …n derartigen Maschinen Schaufeln in Frage, wie sie be…nch zur Richtungsänderung schon immer benutzt wurden. …olche Schaufel von der Breite b (Spannweite) — gemessen …cht zur Richtung der Geschwindigkeit v — und der Tiefe t …essen als Sehne der mittleren Krümmungslinie der Schaufel … Richtung von v — ist nun in einer wirklichen Flüssig…e Träger eines einzelnen Wirbels, sondern je nach dem …hnitt und seiner Lage zur mittleren Strömungsrichtung … sich die Verteilung der unendlich vielen Wirbel von un… geringer Stärke längs der Tiefe der Schaufel. Um diese …ung zu kennzeichnen, bezeichnen wir mit ϑ die Wirbel… d. h. die Wirbelstärke für die Einheit der Tiefe. Dann … gesamte, an das Profil gebundene Wirbelstärke

$$\Gamma = \int_0^t \vartheta\, \mathrm{d}\, x \text{ m}^2\text{/s.}$$

…r Strömungsrichtung senkrechte Flüssigkeitskraft ist also

$$\frac{R}{b} = \varrho \int_0^t v\, \vartheta\, \mathrm{d}\, x \text{ kg/m.}$$

…eits kann diese Kraft natürlich gedeutet werden als die …tion der Flüssigkeitsdrucke über den ganzen Umfang des …fi, die nach der Bernoullischen Gleichung

$$\Delta p = -\varrho\, v\, \Delta v \text{ kg/m}^2$$

…h herrühren können von Unterschieden Δv der Strömungs…indigkeit über und unter dem Profil auf der Senkrechten …ittleren Strömungsrichtung

$$\frac{R}{b} = \varrho \int_0^t v\, \Delta v\, \mathrm{d}\, x \text{ kg/m.}$$

Danach ist also die Wirbeldichte rechnerisch identisch mit diesem Geschwindigkeitsunterschied. Die Geschwindigkeitsunterschiede stehen natürlich in gesetzmäßigem Zusammenhang mit Richtungsänderungen der Strömung, und eben diesen Zusammenhang vermittelt der Begriff des Wirbels. Wählt man z. B. als Koordinatenanfangspunkt die Mitte der Profilsehne, so ist im Abstand ξ vom Ursprung die zur Achse senkrechte Geschwindigkeit

$$w = \frac{1}{2\pi} \int_{-\frac{t}{2}}^{+\frac{t}{2}} \frac{\vartheta}{\xi - x}\, \mathrm{d}\, x\,.$$

Dabei vernachlässigt man die kleinen Ordinaten y, die sich aus einer eventuellen Krümmung des Profils ergeben, da der Einfluß einer kleinen zur Strömung senkrechten Verschiebung der Wirbel von höherer Ordnung klein ist. Die Ordinaten selbst ergeben sich aus der Bedingung, daß die Geschwindigkeit, die sich aus der Translationsgeschwindigkeit v und der dazu wesentlich senkrechten gesamten Zirkulationsgeschwindigkeit ergibt, dem Profil parallel gerichtet sein muß, da der feste Körper keine Strömungskomponente senkrecht zu seinem Umfang zuläßt.

$$y = \int_0^x \frac{w}{v}\, \mathrm{d}\, x\,.$$

Diese einfache Beziehung gilt natürlich nur für ein unendlich dünnes Profil, das jedoch konstruktiv leicht durch stromlinienförmige Verkleidung zu endlicher Dicke gebracht werden kann. Von besonderer Bedeutung sind für erste Näherungen natürlich die einfachsten Abhängigkeiten der Richtungsänderungen. So ergibt sich für unveränderliche (a), linear zunehmende (b) und parabolisch veränderliche (c) Normalgeschwindigkeit w nach Ackermann[1]) als Abhängigkeit der Wirbeldichte von der Flügeltiefe.

RZ480

Abb. 1. Richtung der Strömungskraft R, die sich aus der Überlagerung eines Wirbels von der Stärke Γ über eine parallele Strömung mit der Geschwindigkeit v ergibt.

$$\vartheta_a = 2\, a\, v \sqrt{\frac{1-x}{1+x}}\,; \quad \vartheta_b = 4\, \beta\, v \sqrt{1-x^2}\,; \quad \vartheta_c = 3\, \delta\, v\, x \sqrt{1-x^2}\ ^{2)}.$$

Hierin bezeichnet der Einfachheit halber jetzt x die Abszisse im Verhältnis zur halben Flügeltiefe.

An der Vorderkante ($x = -1$) entsteht also bei unveränderlicher Normalgeschwindigkeit w, wie sie schräger Lage einer ebenen Fläche (Schaufel, Flügel) unter dem Winkel α gegen die Strömung entspricht, ein unendlich großer Druck, während der Druck an der Hinterkante ($x = +1$) verschwindet. Da der Überdruck nur bis zum Staudruck, wie er bei völliger Verzögerung der Flüssigkeit auftritt, wachsen kann, bedeutet der unendlich große Druck an der Vorderkante einen Unterdruck durch Umströmen der Vorderkante mit unendlich großer Geschwindigkeit. Durch Aufweitung der Vorderkante aus einer Geraden zum Zylinder mit möglichst großem Durchmesser gelingt es in wirklichen tropfbaren Flüssigkeiten, diesen Druck so weit herabzusetzen, daß keine Kavitation (Hohlraumbildung) durch Unterschreitung des Dampfdruckes eintritt. Der hohe Saugzug an der Vorderkante ergibt dann zusammen mit der im übrigen zur Fläche senkrechten Druckkraft die rechnerisch erforderliche, zur Strömung senkrechte Richtung der Gesamtkraft. Grundsätzlich muß der Konstrukteur selbstverständlich auch bei guter Abrundung der Vorderkante des Flügels bzw. Eintrittskante der Schaufel, Schräglagen der mittleren Richtung der Profilmittellinie (ihrer Sehne) gegenüber der

[1]) Gemäß der Wiedergabe durch W. Birnbaum, Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik 1923, S. 290 ff.

[2]) Diese Winkel α, β, δ bestimmen Lage oder Krümmung des Profils.

Strömungsrichtung vermeiden, d. h. auf einen Eintritt der Flüssigkeit ohne Stoß ($\alpha = 0$) bedacht sein.

Die zweite Art der Wirbelverteilung entspricht einer Verteilung des Flüssigkeitsdruckes längs der Flügeltiefe nach Maßgabe der Ordinaten eines Halbkreises. Der Druck steigt also elliptisch von verschwindendem Betrag stetig auf einen Höchstwert in der Mitte, um auch an der Austrittskante wieder zu Null zu werden. Die dieser Druckverteilung entsprechende linear zunehmende Normalgeschwindigkeit bedeutet eine stetig wachsende Umlenkung der Strömung, die in allen technischen Beziehungen von führender Bedeutung ist. Die entsprechende Profilmittellinie ist, wie sich aus der Integration der Abwärtsgeschwindigkeit über die Flügeltiefe ergibt, eine Parabel, die man im technisch wichtigen Bereich durch den Krümmungskreis im Ursprung ersetzen kann. Bezeichnen wir die Bogenhöhe des Kreisbogens im Verhältnis zur halben Sehnenlänge (Wölbungspfeil) mit β (Abb. 2), so beträgt die Richtungsänderung der Flüssigkeit beim Strömen längs des Profils 4β.

Die dritte oben angegebene Abhängigkeit für die Wirbeldichte mit dem parabolischen Verlauf der Normalgeschwindigkeit längs der Flügeltiefe bedeutet gemäß der Integration eine kubische Parabel für die Profilmittellinie. Aus der Überlagerung dieser Abhängigkeit über eine kreisbogenförmig gewölbte Fläche ist es möglich, die Wölbung längs der Flügeltiefe veränderlich zu gestalten. Der Beziehung kommt dadurch Bedeutung zu, daß es erfahrungsgemäß vorteilhaft ist, die Krümmung wegen der zunehmenden Verzögerung der Flüssigkeit in der der Oberfläche nächstliegenden Flüssigkeit (Grenzschicht) von der Eintrittkante bis zur Austrittkante stetig abnehmen zu lassen. Daraus folgt eine Drucksteigerung längs der vorderen und eine Druckminderung längs der hinteren Flügelhälfte. An der Ein- und Austrittkante sowie in der Mitte verschwindet dieser zusätzliche Druck, der lediglich eine Änderung der Druckverteilung bedingt. Dabei ändert sich also nur die Lage der resultierenden Kraft gegenüber dem Profil, nicht ihre Größe.

RZ480

Abb. 2. Zerlegung der Strömungskraft R und der mittleren Strömungsgeschwindigkeit v in Komponenten parallel und senkrecht zur Umfangsgeschwindigkeit.

Diese Rechnungen und die aus ihnen ableitbaren Strombilder lassen sich von den Tragflügeln der Flugzeuge, wie schon angedeutet, auf die Schaufeln von Kreiselmaschinen übertragen. Während es sich dort aber immer nur um einen oder höchstens zwei bis drei Flügel handelt, stellt die Beschaufelung von Kreiselrädern ein Gitter von unendlich vielen sehr stark gestaffelten Flügeln dar, wobei wir zunächst, um die Unterschiede der Umfangsgeschwindigkeit verschiedener Punkte des Profils vernachlässigen zu können, ein Kreiselrad mit außerordentlich (unendlich) großem Halbmesser betrachten wollen. Dann hebt sich, wenn der Abstand der Schaufeln voneinander einen Kleinstwert nicht unterschreitet, die gegenseitige Beeinflussung der Flächen vollkommen auf, da jeweils die schräg über und hinter einem zur Betrachtung herausgegriffenen Flügel liegenden tragenden Wirbel der anderen Flügel eine gleich große, aber entgegengesetzt gerichtete Beeinflussung des Strömungsbildes hervorrufen, wie die schräg unter und vor dem betrachteten Flügel liegenden Tragwirbel. Man kann also ohne wesentliche Fehler die einzelnen Schaufeln ohne Rücksicht auf ihre Nachbarn berechnen. Betrachten wir zum Beispiel den technisch wichtigsten Fall einer Schaufel, die mit der Geschwindigkeit v mit mittlerer Richtung parallel ihrer Sehne von der Flüssigkeit umströmt wird, so ist die in Richtung der Umfangsgeschwindigkeit gelegene Komponente v_u in ihrem Verhältnis zur radial gerichteten Durchflußgeschwindigkeit v_r bestimmt durch die Neigung ε der Strömung zur Umfangsgeschwindigkeit (Abb. 2). Die zur mittleren Strömungsrichtung senkrechte Kraft R folgt aus der Tragflügeltheorie der Größe nach mit

$$R = \pi \beta \varrho t b v^2 \text{ kg},$$

worin b die Schaufellänge in m bezeichnet. Die in Richtung der Umfangsgeschwindigkeit gelegene Komponente ergibt mit der Umfangsgeschwindigkeit multipliziert die erforderliche Antriebsleistung, die, solange Verluste außer Acht gelassen werde der Nutzleistung, die die Radialkomponente der Flüssigkeit in Form einer radialen Drucksteigerung an die mit der Gesc digkeit v_r den Schaufelkranz radial durchströmende Flüss abgibt, identisch ist (z Schaufeln):

$$L_R = z \pi \beta \varrho t b v^2 \frac{v_r}{v} v_u = \varrho z t b v \pi \beta v^2 \sin \varepsilon \cos \varepsilon.$$

Bezeichnet man mit G kg/s das Fördergewicht, mit Q m³/s di dermenge in der Zeiteinheit, mit H m die Förderhöhe bzw. P die Drucksteigerung, so läßt sich mit dem spezifischen G γ kg/m³ die Nutzleistung

$$L = Q \gamma H = G H = Q P \text{ kgm/s}$$

ebenso als Fördergewicht mal Förderhöhe in der Zeiteinhe auch als Volumen mal Drucksteigerung deuten. Führt ma dem lichten Schaufelabstand a die Fördermenge

$$Q = z a b v \text{ m}^3\text{/s}$$

in die obige Leistungsgleichung ein, so ergibt sich als F höhe der Betrag

$$H_R = \frac{t}{a} \pi \beta \frac{v^2}{g} \sin \varepsilon \cos \varepsilon = \frac{t}{a} \frac{\pi}{2} \beta \sin 2 \varepsilon \frac{v^2}{g} \text{ m.}$$

Damit der Impuls des um den Bogen 4β abgelenkten St zwischen zwei Schaufeln die oben für die unbegrenzte Fl keit angegebene Größe der Kraft R zu erreichen vermag,

$$\varrho a b v \cdot 4 \beta v = \varrho \pi \beta t b v^2 \text{ kg}$$

muß mindestens $\frac{a}{t} = \frac{\pi}{4}$ sein. Vergrößert man den A noch darüber hinaus, so ist wegen der mit dem Abstand abne den Zirkulationsgeschwindigkeiten eine ungenügende Umle der mittleren Stromfäden zu erwarten. Während dann nic berechnete Förderhöhe erreicht wird, ergibt eine engere Be felung kleinere Kräfte an der einzelnen Schaufel und dam nötig hohe Reibungsverluste.

Denn gegenüber der verlustlosen Energieumsetzung in reibungsfreien Flüssigkeit bringt der Leistungsumsatz in lichen Flüssigkeiten durch ihre Zähigkeit einen bis jetzt Acht gelassenen Widerstand der Flügel bzw. Schaufeln ent der mittleren Strömungsrichtung mit sich. Dieser Wide gibt multipliziert mit der Strömungsgeschwindigkeit v der stungsverlust durch Zähigkeit

$$L_z = z \psi \varrho t b v^3 \text{ kgm/s.}$$

Hierin bedeutet ψ eine vom Profil und seiner Lage zur Strön richtung abhängige sogenannte Profilwiderstandzahl, die de bungs- und Formwiderstand des festen Körpers in der Flüss unabhängig von absoluten Massen kennzeichnet. Führt man in diese Leistungsgleichung das Fördergewicht ein, so ergib die durch die Zähigkeit verlorene Förderhöhe

$$H_z = \frac{t}{a} \psi \frac{v^2}{g} \text{ m.}$$

Dies Verlustgefälle ist, wie alle weiteren, von der gesamten derhöhe abzuziehen, von der wir bis jetzt lediglich de der Winkeldifferenz zwischen Eintritt- und Austrittwinke rührenden Anteil kennen, der auch bei dichter Beschau $\frac{a}{t} < \frac{\pi}{4}$ den Grenzwert

$$H_R = 2 \beta \sin 2 \varepsilon \frac{v^2}{g} \text{ m}$$

nicht überschreiten kann. Dieser wird offenbar am größten, die mittlere Strömungsrichtung unter 45° gegen den Umfan neigt ist ($\sin 2\varepsilon = 1$). Für sehr kleine Umlenkungswink kann der Betrag bei den gewöhnlich kleinen Eintrittwinkeln lich leicht nur einen kleinen Bruchteil seines Höchstwerte tragen. Nach den Göttinger Windkanalmessungen lassen sic werte der Strömungskräfte bis zu $\pi \beta = 0{,}8$, also $\beta = 0{,}25$ b ordnetem Strömungsverlauf verwirklichen. Bei einer Umle der Relativgeschwindigkeit um $4\beta = 1$ (rd. 60°) ergibt als Eintrittwinkel von 15° ohne weiteres die mittlere Strömung tung von 45°. Geringe Abweichungen hiervon sind natürlic untergeordnetem Einfluß auf $\sin 2\varepsilon$. Da es in der Gleichun auf die Richtung der Relativgeschwindigkeit ankommt, ist nächst ohne Bedeutung, ob die Relativgeschwindigkeit bei änderter Größe nur umgelenkt oder entsprechend den verfüg Querschnitten auch der Größe nach geändert wird. Dann selbstverständlich v als Mittelwert der Relativgeschwindigk Rechnung gesetzt werden.

Ist die Fördermenge Q kleiner als die normale un mit die Durchflußgeschwindigkeit v kleiner, als der

-richtung parallel der Schaufelsehne entspricht, so wird nach 2 eine stoßartige Ablenkung der Flüssigkeit um den Winkel $-\Delta\varepsilon$ erforderlich, die, solange die erreichbaren Höchstwerte überschritten werden, eine Steigerung der Flüssigkeitskraft Folge hat, als ob der Wölbungspfeil β des Profils auf $\alpha+\beta$ wachsen wäre. Mit sinkender Fördermenge steigt also der und umgekehrt. Da die Fördermenge unmittelbar mit der lkomponente der Geschwindigkeit wächst, ergibt sich für Winkeländerungen gegenüber dem stoßfreien Eintritt

$$\Delta\varepsilon = \Delta\,\mathrm{tg}\,\varepsilon\cos^2\varepsilon = \frac{\Delta Q}{Q}\,\frac{\sin 2\varepsilon}{2}.$$

lich hat die Änderung der Menge auch auf die Größe der ungsgeschwindigkeit v Einfluß. So zeigt sich schließlich örderhöhe in der als Kennlinie aus Messungen bekannten igigkeit von der Fördermenge, Abb. 8. Die Extrapolation erschwindende Fördermenge oder -höhe ist bei der eigentnur auf (unendlich) kleinen Bereich eingeschränkten Gültt der Formel natürlich nicht zulässig; ganz abgesehen dadaß nach den Erfahrungen bei Tragflügeln bei großen n β schon geringe Abnahmen der Fördermenge zu sprung- Änderungen des Strömungsbildes und damit plötzlichem l der Kennlinie führen muß.

Diese Beziehungen, die sich ohne weiteres auch auf Axialen übertragen lassen, erfahren bei Radialpumpen eine beme Erweiterung, wenn man die bisher gemachte Vorausg, daß der Krümmungshalbmesser der Schaufelbahn unendroß sei, fallen läßt. Denn bei den üblichen Ausführungsn ist der Außenhalbmesser r_a des Laufrades von gleicher nordnung wie die Schaufeltiefe t. Dann hat das zwischen haufeln mitgerissene Wasser eine bedeutende Wirbelstärke, i zusätzlicher radialer Durchströmung von innen nach außen der Umfangsgeschwindigkeit entgegengerichteten Widerliefert. Um diese Zirkulation zu bestimmen, muß man das linienbild der reibungsfreien Flüssigkeit für feststehende feln aufzeichnen, unter der Voraussetzung, daß die Flüssigsoweit sie nicht vom Schaufelkranz wesentlich beeinflußt mit unveränderlicher Winkelgeschwindigkeit ω umläuft, 3. Aus dieser Umkehrung der Bewegung wird dann deutrsichtlich, daß sich am äußeren und inneren Radumfang dem Einfluß der zwischen den Schaufeln stehenden Flüssigeine wesentlich verminderte Geschwindigkeit einstellt. man dann zur Bestimmung der im Laufrad eingeschlossen irbelstärke längs des äußeren und inneren Laufradumfangs tegral der in Richtung des Umfangs liegenden Komponenten römungsgeschwindigkeit, so ergibt sich

$$\Gamma_D = \zeta\,(u_a\,2\pi r_a - u_i\,2\pi r_i) = \zeta\,(u_a^2 - u_i^2)\,\frac{2\pi}{\omega}.$$

elangt dabei vom äußeren zum inneren Umfang und zurück nfachsten längs eines und desselben Halbmessers, wodurch tegralwert längs dieses Weges verschwindet. Der Faktor ζ ichnet, um nun zu den wirklichen Verhältnissen zurückzu-, die Verminderung der Umfangsgeschwindigkeit des im d eingeschlossenen Wassers durch die außerhalb des felkranzes außen und innen ruhende Wassermenge. Er len Betrag der Zirkulation natürlich um so tiefer herab, je der Abstand der Schaufeln im Verhältnis zu ihrer Tiefe ür die üblichen Verhältnisse beträgt er etwa ⅘. Das Produkt der Zirkulation und der Durchflußgeschwindigkeit v_r und üssigkeitsdichte ergibt den Drehwiderstand, der wiederum liziert mit der Umfangsgeschwindigkeit die zur Aufrechtung der Drehbewegung erforderliche Leistung berechnen t.

$$L_D = \varrho\,\Gamma_D\,b\,v_r\,u = \varrho\,\zeta\,(u_a^2 - u_i^2)\,b\,2\pi r\,v_r \quad \text{kgm/s}.$$

erechnung mit dem Integralwert der Zirkulation und irgendn örtlichen Werten der Geschwindigkeiten und linearen sionen ist in Rücksicht auf die Kontinuitätsbedingung durchlässig, da alle diese radial veränderlichen Faktoren in Form Konstanten, der Durchflußmenge, $Q = b\,2\pi r\,v_r$ m³/s, aus ntegral ausscheiden.

$$H_D = \zeta\left[1 - \left(\frac{r_i}{r_a}\right)^2\right]\frac{u_a^2}{g}.$$

r Einführung des endlichen Krümmungshalbmessers wird ie Antriebleistung, und da wir von Verlusten wiederum st absehen, in gleichem Maße die Nutzleistung erheblich gert. Unter den üblichen Verhältnissen tritt sogar der zutrachtete Anteil der gesamten Förderhöhe gegenüber dem n vollkommen zurück.

$$H = H_R + H_D = \left\{2\beta'\sin 2\varepsilon\left(\frac{v}{u_a}\right)^2 \pm \zeta\left[1 - \left(\frac{r_i}{r_a}\right)^2\right]\right\}\frac{u_a^2}{g}.$$

Der Druck wird in jedem Fall durch die Überlagerung eines gebundenen Wirbels über die radial gerichtete Durchflußgeschwindigkeit des Wassers gesteigert, die einen Widerstand am Laufrad hervorruft. Dabei ist der Wirbel im erstgenannten Fall an die Schaufel selbst, bei dem zuletzt betrachteten Fall jedoch an die Gesamtheit des Laufrades gebunden in Form einer relativen Ruhe des Wassers zwischen der Beschaufelung; also ganz unabhängig von deren Gestalt, wenn ihr Abstand nur klein genug ist, das Wasser im Laufrad zu relativer Ruhe zu zwingen. Den Größtbetrag erhielte diese Zirkulation bei verschwindendem Abstand und verschwindender Dicke der Schaufeln. In Rücksicht auf den mit der benutzten Fläche wachsenden Reibungswiderstand und den bei endlicher Dicke der Schaufeln unvermeidlichen Formwiderstand ordnet man im allgemeinen jedoch nicht mehr als 8 bis 10 Schaufeln an. Während im zuerst erörterten Fall die Drucksteigerung ausschließlich auf der Richtungsänderung der Relativgeschwindigkeit beruht, hat die ausschließliche Verwirklichung des zweiten Falles unveränderliche Richtung der Relativgeschwindigkeit zur Voraussetzung (Abb. 4). Soll die Relativgeschwindigkeit keine Richtungsänderung erfahren ($\beta = 0$), so bedingt das eine Gestaltung der Schaufel als logarithmische Spirale. Denn deren Tangente liegt immer unter gleichem Winkel gegenüber dem Umfang. Die Aufzeichnung erfolgt für wachsenden Zentriwinkel φ und die unveränderliche Strömungsrichtung ε nach der Gleichung

$$\log\frac{r}{r_0} = \varphi\,\mathrm{tg}\,\varepsilon\,\log e\ ^{1)}$$

worin r_0 den Halbmesser für $\varphi = 0$ bedeutet. Zeichnet man die Geschwindigkeitsdreiecke für eine Reihe von Punkten beim Durchströmen des Schaufelkranzes mit den Scheinbeschleunigungen der Relativbewegung (Zentrifugal- und Coriolisbeschleunigungen) auf, so kann man der Zeichnung die Normalbeschleunigungen der Relativgeschwindigkeit entnehmen, die der Flüssigkeit durch den Wandungsdruck der Schaufeln erteilt werden müssen, um die unveränderliche Strömungsrichtung gegenüber dem Umfange aufrecht zu erhalten. Zerlegt man die zur Wandung normalen Flüssigkeitsdrucke in Radial- und Umfangskomponenten, die natürlich immer im gleichen Verhältnis $\mathrm{tg}\,\varepsilon$ zueinander stehen, so kann man für die verlustlose Maschine leicht zeigen, daß der zur Aufrechterhaltung der Drehbewegung erforderlichen Leistung eine gleich große Nutzleistung in Form einer radialen Drucksteigerung entsprechen muß. Ein derart geschaufeltes Laufrad ergibt auch für den entgegengesetzten Umlaufsinn eine positive Förderhöhe. Denn der an das Laufrad gebundene Wirbel ergibt mit der Durchflußgeschwindigkeit unveränderter Richtung wiederum einen Widerstand entgegen der Umfangsgeschwindigkeit, der, wenn auch mit beträchtlichen Verlusten durch einen Eintrittsstoß, eine Nutzleistung hervorbringen muß.

RZ 480

Abb. 3. Strömungsbild einer Kreiselpumpe bei verschwindender Durchflußmenge.

Läßt man bei normalen Betriebsverhältnissen den Strömungswinkel nach dem Austritt hin zunehmen, so überlagert sich der Zirkulation der relativen Ruhe d. h. unveränderlicher Richtung der Relativgeschwindigkeit noch eine an die einzelnen Schaufeln gebundene Zirkulation der relativen Bewegung, wodurch das erste Glied der Druckgleichung zugleich mit β einen endlichen Betrag annimmt. Ja man kann durch β und v das erste Glied so stark steigern, daß es selbst ein negatives zweites Glied erheblich übertrifft. Negativ wird das Vorzeichen, wenn man die Richtung der Durchflußgeschwindigkeit umkehrt, also das Laufrad nach Art der Turbinen von außen nach innen durchströmen läßt, wobei es eben aus der Zirkulation der relativen Ruhe Leistung aus der Flüssigkeit empfängt, statt solche abzugeben[2]). Diese Durchströmrichtung kann für Kreiselpumpen besonders

[1]) $\log e = 0{,}434$. Ermittelt man mit $\varphi = 2{,}3\log\frac{r_a}{r_i}/\mathrm{tg}\,\varepsilon$ den Endpunkt einer Schaufel zu einem beliebig gewählten Anfangspunkt, so kann man von diesen beiden Punkten aus mit dem mittleren Krümmungsradius $(r_a + r_i)/2\cos\varepsilon$ eine vorzügliche Näherung als Kreisbogen aufzeichnen.

[2]) DRP angemeldet.

dann von Vorteil sein, wenn es auf eine hohe Saugfähigkeit ankommt. Denn der bisher ausschließlich verwendete Saugrohrkrümmer bietet, zumal da er von der Welle durchstoßen wird, nicht nur einen erheblichen Widerstand, sondern beschränkt auch durch seine Ausmaße die Herabsetzung der Geschwindigkeit im Saugrohr. Zudem führt nicht nur der Krümmer zu einer ungleichmäßigen Beaufschlagung des Rades, sondern auch innerhalb des Rades stellen sich wieder durch die Umlenkung aus der axialen in die radiale Richtung vor dem Eintritt in die Schaufeln Geschwindigkeitsunterschiede und damit Verluste ein. Bei einer Beaufschlagung von außen kann man hingegen die Sauggeschwindigkeit fast beliebig herabsetzen und durch lotrechte Zuführung in die Spirale einen stoß- und wirbelfreien, gleichmäßigen Zutritt der Flüssigkeit zum gesamten Laufradumfang erzwingen. Dabei kann man der absoluten Eintrittgeschwindigkeit durch die Bemessung des kleinsten Rohr- und des Eintrittquerschnitts am Laufradumfang und durch die Anordnung des Spiralgehäuses gegenüber der Drehrichtung des Laufrades eine beliebige Richtung gegenüber dem Umfang geben. Selbstverständlich treten bei dieser Durchflußrichtung Krümmerverluste nach dem Austritt auf. Aber da man ohne nennenswerten Verlust der Flüssigkeit eine bestimmte Umfangsgeschwindigkeit belassen kann, ist es möglich, sie durch die Drucksteigerung im Wirbel zur gleichmäßigen Erfüllung des Querschnittes und Anlage an die Wandungen zu bringen.

Abb. 4. Geschwindigkeitsdreiecke für eine Radialpumpe mit senkrechtem Eintritt von innen und unveränderlicher Richtung der Relativgeschwindigkeit.

Abb. 4 bis 9 zeigen die der bisherigen und der neuen Ausführungsform entsprechenden Geschwindigkeitspläne. Abb. 4 bezieht sich auf eine Kreiselpumpe normaler Ausführung mit einer durch $\operatorname{tg}\varepsilon = 1/3$ $(\varepsilon = 18{,}5°)$ bestimmten Strömungsrichtung und einem Innendurchmesser von 2/3 des Außendurchmessers (Abb. 9 unten). Der Eintritt erfolgt radial mit $c_i = 1/3 \cdot 2/3 \cdot u_a$ m/s. Die Relativgeschwindigkeit wird bei unveränderlicher Radbreite im umgekehrten Verhältnis der Durchmesser beim Durchströmen vermindert, so daß schließlich eine absolute Austrittsgeschwindigkeit c_a zustande kommt. Da die Richtung der Relativgeschwindigkeit sich nicht ändert, beschränkt sich die Drucksteigerung unter normalen Betriebsverhältnissen auf

$$H = \zeta\left[1-\left(\frac{r_i}{r_a}\right)^2\right]\frac{u_a^2}{g} \simeq \frac{4}{5}\left[1-\left(\frac{2}{3}\right)^2\right]\frac{u_a^2}{g} = \frac{4}{9}\,\frac{u_a^2}{g}.$$

Dabei sind die Höchstwerte der Drucksteigerung lediglich durch das Material, aus dem das Laufrad hergestellt wird, bestimmt. Für Gußeisen geht man bis $u_a = 24$ m/s; $u_a^2/g = 60$ m, für Bronze bis $u_a = 40$ m/s; $u_a^2/g = 160$ m. Bei Hochdruckpumpen kann man bis auf $r_i = 0{,}44\,r_a$, also $H = 0{,}8 \cdot 0{,}8\,u_a^2/g = 100$ m (für Bronze) für die Stufe gehen; also bei der durch die Durchbiegung [illegible] Wellen beschränkten Stufenzahl auf höchstens 800 m für [illegible] Pumpe. Von diesen Beträgen sind natürlich noch die Verl[illegible] abzusetzen. Für die Abweichungen vom normalen Betriebszust[illegible] ergeben sich dem Charakter der Kurve nach durchaus richt[illegible] Abweichungen, die jedoch dem Betrag nach hinter Meßwer[illegible] zurückbleiben. Das liegt daran, daß der Stoß der Flüssigk[illegible] nicht, wie vorausgesetzt, sich über die ganze Schaufel vert[illegible] sondern sich wesentlich auf die unmittelbare Nachbarschaft [illegible] Eintrittkante beschränkt. Schon beim einzelnen Tragfl[illegible] liegt ja die Resultierende dieser Stoßkraft in 1/4 der Flügelt[illegible] hinter der Vorderkante. Also ist auch dort die Achse der re[illegible] tierenden Zirkulation anzunehmen, so daß sich ein gegenü[illegible] dem Mittelwert auf etwa das Dreifache gesteigerter Stoßwir[illegible] an der Eintrittkante einstellt.

Die Geschwindigkeitspläne für die neue Ausführungsf[illegible] setzen die gleiche Sauggeschwindigkeit beim Eintritt voraus, [illegible] sie bisherige Ausführungsformen im engsten Querschnitt [illegible] dem Eintritt aufweisen. Dabei ist die Geschwindigkeit bei Ab[illegible] normal, bei Abb. 7 unter 45° im Umlaufsinn und bei Abb. 6 u[illegible] 45° entgegen dem Umlaufsinn des Rades gerichtet. Als In[illegible] halbmesser wird, um den Druckverlust durch die Zirkula[illegible] der relativen Ruhe klein zu halten, $r_i : r_a = 5/6$ gewählt (Ab[illegible] oben); für den Faktor ζ kann man in Anbetracht des rd. vier[illegible] größeren Schaufelabstandes etwa $3/5$ annehmen. Damit er[illegible] sich für den Druckverlust unabhängig von der Eintrittsricht[illegible]

$$H_D = -\frac{3}{5}\left[1-\left(\frac{5}{6}\right)^2\right]\frac{u_a^2}{g} = -\frac{11}{60}\cdot\frac{u_a^2}{g}$$

Die geringe Kranzbreite gestattet höchstens eine Verkleiner[illegible] der Schaufellänge (Radbreite) auf etwa 1/3. Damit ist die Ste[illegible] rung der Radialkomponente der Relativgeschwindigkeit auf e[illegible] das Dreifache beschränkt. In den Fällen Abb. 5 und 7 [illegible] sich die Umlenkung der Relativgeschwindigkeit um 60° du[illegible] führen, ohne diese wesentlich herabzusetzen. Im Fall Ab[illegible] erleidet jedoch die Relativgeschwindigkeit eine Minderung [illegible] 3/5 ihres Wertes, so daß als Mittelwert für die Berechnung [illegible] Drucksteigerung nur 4/5 des Anfangswertes einzusetzen sind. [illegible] Richtungsfaktor $\sin 2\varepsilon$ unterscheidet sich in allen drei Fä[illegible] nur verschwindend wenig von der Einheit, wie man sich zeich[illegible] risch leicht überzeugen kann, wenn man für den Halbmesser 1 [illegible] den Umlenkungswinkel von 60° den Eintrittswinkel auch [illegible] der andern Seite anfügt. Führt man entsprechend $4\,\beta \cong 1$ schl[illegible] lich $\beta = 0{,}25$ in die Gleichung ein, so ergibt sich für die Dru[illegible] steigerung der relativen Strömung gemäß dem Geschwindigke[illegible] plan:

	5	6	7
$H_R =$	$0{,}53\,\frac{u_a^2}{g}$	$0{,}53\,\frac{u_a^2}{g}$	$0{,}29\,\frac{u_a^2}{g}$,

also für die gesamte Förderhöhe

$H_R + H_D =$	$0{,}35\,\frac{u_a^2}{g}$	$0{,}35\,\frac{u_a^2}{g}$	$0{,}11\,\frac{u_a^2}{g}$.

Abgesehen von den Verlusten beträgt also in den ersten bei[illegible] Fällen trotz des negativen Gliedes die Druckhöhe $4/5$ der üblic[illegible] Ausführungsformen. Dabei steht [illegible] gleichem Außenquerschnitt (äuße[illegible] Radbreite) der 1½fache Eintri[illegible] querschnitt für die im Fall Abb. 5 [illegible] 1½facher Radialgeschwindigkeit [illegible]

Abb. 5. Geschwindigkeitsdreiecke für eine Radialpumpe mit senkrechtem Eintritt von außen und Umlenkung der Relativgeschwindigkeit um 60°.

Abb. 6. Geschwindigkeitsdreiecke für eine Radialpumpe mit Eintritt von außen unter 45° entgegen der Drehrichtung und Umlenkung der Relativgeschwindigkeit um 60°.

Abb. 7. Geschwindigkeitsdreiecke fü[illegible] eine Radialpumpe mit Eintritt vo[illegible] außen unter 45° in der Drehrichtun[illegible] und Umlenkung der Relativgeschwindigkeit um 60°.

...mende Flüssigkeit zur Verfügung. Die Fördermenge be-
...t dann also mehr als das Doppelte. Dabei bereitet die
...enkung in axiale Richtung und die Abführung im Druck-
...mmer bei vorsichtiger Erweiterung der Querschnitte keine
...vierigkeiten. Die verlustlose Umsetzung der kinetischen
...rgie in potentielle, d. h. der erhöhten Austrittgeschwindig-
... in Druck, ist selbstverständlich Voraussetzung dafür, daß
... berechnete Drucksteigerung eintritt.

Selbstverständlich müssen dabei die beträchtlichen Umfangs-
...ponenten der Austrittsgeschwindigkeit durch Leitvorrichtun-
... auf einen zulässigen, wie erwähnt nützlichen, Betrag
...bgesetzt werden. Führt man die Leitschaufeln, wie be-
... im Turbinenbau, mit bewährten stromlinienförmigen Pro-
... aus, so sind keine höheren Leistungsverluste zu er-
...en, als sie die besten bisherigen Ausführungsformen auf-
...en. Im besonderen ergibt die Berechnung des Zähig-
...verlustes nach der oben abgeleiteten Gleichung mit $\psi =$
... in den Fällen Abb. 5 und 6, ebenso wie für die übliche Aus-
...ungsform etwa 7 vH der Druckhöhe als Verlustgefälle.
...a die größere Schaufeldichte des normalen Rades gleicht den
...eil der geringeren Relativgeschwindigkeit gegenüber dem
...n vollkommen aus. Wird die neue Form planmäßig mit
...m nur einigermaßen gleichen Erfahrungsaufwand wie die
...rige ausgebildet, so lassen sich trotz der Leitvorrichtungen,
...auch Mitteldruckpumpen erfordern, zweifellos gleiche Wir-
...sgrade erreichen, wie sie die besten bisherigen Formen
...eisen[1]). Der größere kinetische Anteil an der gesamten
...ksteigerung bringt bei kraftschlüssiger Führung der Flüs-
...eit durch gebundene Wirbel kaum größere Verluste beim
...ritt mit sich, als sie durch die ungeordnete Zuführung im
...krümmer und bei der Umlenkung in radiale Richtung bis-
... auftraten. Daß diese Verluste erheblich sind, zeigt sich bei

Q 1 2 3

Abb. 8. Schematische Kennlinien.

...ezogene Kurve für die übliche Ausführung mit Durchströmung von innen
...ac außen ohne wesentliche Richtungsänderung der Relativgeschwindigkeit.
...ichelte Kurve für die neue Ausführung mit Durchströmrichtung von
...nach innen und Richtungsänderung der Relativgeschwindigkeit um rd. 60°

...ungen der absoluten Austrittwinkel über die Radbreite und
... Radumfang, die selbst bei besten Pumpenformen große Un-
...mäßigkeiten aufweisen. Die große Fördermenge und vor-
...iche Saugfähigkeit sichern zum mindesten für bestimmte
...endungszwecke der neuen Form gegenüber der bisherigen
... Vorzug. Besondere Aufmerksamkeit erfordert in jedem
... der Anlaßvorgang. Wiewohl die äußere Fördermenge bei
... normalen Pumpen durch Schließen der Druckleitung zum
...chwinden gebracht wird, bleibt doch eine bestimmte Förder-
...e, die einige Hundertstel der normalen Fördermenge be-
..., und gewöhnlich als sogenannter Spaltverlust den Wir-
...sgrad herabsetzt, in Umlauf. Diese innere Förderung gibt
...mmen mit der Zirkulation der relativen Ruhe den Anlaß-
.... In wirklichen Flüssigkeiten vollzieht sich jedoch, wie
... der ausgezeichneten Forschungsarbeit von Oertli[2]) hervor-
... der Anlauf natürlich in einer von dem bisher betrachteten
...en Strömungsbild abweichenden Form. Zunächst stellt sich
...ich bei der Drehbeschleunigung das Strömungsbild, Abb. 3,
... nur mit dem Unterschied, daß die dort als ruhend vorausge-
...e Flüssigkeit zwischen den Schaufeln, da die Reibungskräfte
...nbetracht ihrer kurzen Wirkungszeit noch nicht zur Geltung
...nen, in einem der Drehbeschleunigung entgegengesetzten
... umläuft. Denn da vor dem Anlassen die als Ganzes
...nde Flüssigkeit keine Wirbel besaß, kann die reibungsfreie
...sigkeit und damit auch für kurze Zeit die Flüssigkeit
...ger Reibung, nach dem Anlassen keine Zirkulation auf-
weisen. Es bilden sich also zwischen den Schaufeln der Drehung entgegengesetzte Wirbel von zusammen gleicher Intensität, wie sie das Laufrad als Ganzes nach Abb. 3 im Sinn der Drehung aufweist. Nach kurzer Zeit tritt nun in der wirklichen Flüssigkeit eine Änderung dieses Strömungsbildes ein, dadurch, daß sich an den Schaufelenden innen und außen Kantenwirbel ansetzen, die die Schaufelzelle nach beiden Seiten abschließen. Da sie entgegengesetzten Drehsinn haben, kommt schließlich auch unter dem Einfluß der Reibung an der Schaufel der Relativwirbel innerhalb der Zelle zum Stillstand. Bleibt der Druckschieber noch länger geschlossen, so wird endlich durch die Führungswände des Laufrades auch die ganze innerhalb des Eintrittskreises liegende Flüssigkeitsmenge in Umdrehung versetzt. Das bedeutet gegenüber Abb. 3 eine Steigerung der Zirkulation, so daß man häufig bei verschwindender Fördermenge ein gewisses Wiederanwachsen der Förderhöhe beobachten kann.

Wird die Flüssigkeit von außen nach innen geführt, so verläuft die Kennlinie etwa nach der gestrichelten Kurve der Abb. 8; da die Förderhöhe mit dem Quadrat der Relativgeschwindigkeit wächst, muß sie bei verschwindender Fördermenge ebenfalls zu Null werden. Eine derartige Pumpe kann also nicht gegen den normalen Förderdruck anlaufen. Es genügt jedoch, wenn man eine kleine Umführungsleitung vom Druck- zum Saugstutzen beim Anlassen öffnet, um zum mindesten mit genügendem Saugzug und steigendem Druck anfahren zu können. Die eben besprochenen, der Drehrichtung entgegengesetzten relativen Wirbel innerhalb der Zelle sind beim Anfahren dem Entstehen der gebundenen Wirbel an den Schaufeln, die den gleichen Drehsinn haben, zuträglich, so daß bei offener Umführungsleitung sich die erforderliche positive Förderhöhe eher einstellen muß als die negative Förderhöhe, die relativer Ruhe der Flüssigkeit zwischen den Schaufeln entspricht. Denn da diese relative Ruhe einige Zeit zu ihrer Entwickelung bedarf, kann die Förderung inzwischen schon endliche Beträge annehmen.

Abb. 9. Querschnitt durch die Beschauflung von Radialpumpen.

Oben: Neue Ausführungsform mit Durchströmrichtung von außen nach innen und Umlenkung der Relativgeschwindigkeit um 60°.
Unten: Übliche Ausführungsform mit Durchströmrichtung von innen nach außen ohne Umlenkung der Relativgeschwindigkeit.

Konstruktiv geschieht die Aufzeichnung der Schaufelform einfach in der Weise, daß man die kleinen Ordinaten des als günstig gewählten Profils örtlich senkrecht über dem vom Außen- und Innendurchmesser des Laufrades ausgeschnittenen Stück der logarithmischen Spirale aufträgt. Selbst wenn man, wie meist bisher, auf eine Richtungsänderung der Relativgeschwindigkeit durch die Beschaufelung verzichtet, ist es natürlich vorteilhaft, wenn man, um den Strömungswiderstand der Schaufeln herabzusetzen, ihnen, d. h. den logarithmischen Spiralen innerhalb des Kranzes, eine stromlinienförmige Verkleidung gibt (Abb. 9 unten). Es läßt sich erwarten, daß man auf diese Weise den Verlust durch den Schaufelwiderstand auf ⅓ bis ¼ herabsetzen, also den Wirkungsgrad um wenige Hundertstel verbessern kann. Selbstverständlich bringt die Verengung des Eintrittquerschnittes durch die dicken Schaufelköpfe dann eine Steigerung der Relativgeschwindigkeit daselbst mit sich. Aber da hier meist an und für sich ein größerer Querschnitt zur Verfügung steht als an der engsten Stelle der axialen Zuführung, werden die Verluste bei der Umsetzung der kinetischen Energie in Druck, die neben den Reibungsverlusten am beträchtlichsten sind, dadurch kaum steigen. Anderseits sinken die Stoßverluste bei nicht normaler Fördermenge durch die Abrundung des Schaufelkopfes, so daß man eine Verbreiterung des Wirkungsgradmaximums erwarten kann. [B 480]

[1]) Die Limax-Pumpen von Gebrüder Sulzer, für die Abb. 4 wesentlich ...t, heben bis zu 82 vH Wirkungsgrad.
[2]) Untersuchung der Wasserströmung durch ein rotierendes Zellen-Kreisel-...ad, Dissertation Zürich 1923.

Über Selbstentzündung von Ölen und Brennstoffen.

Von H. Jentzsch, Wilhelmshaven.

Schmieröl als Ursache von Gasexplosionen. Zündwerte von Stoffen. Einfluß stofflicher und räumlicher Verhältnisse Bestimmung der Selbstentzündlichkeit in dosiertem Sauerstoff. Selbstzündung ohne Sauerstoffzufuhr. Versuche mit Ölmischungen. Einfluß der Oxydation. Brauchbarkeit offener Tiegel. Berechnung der zur Selbstentzündung erforderlichen Luftmenge. Anforderungen an Öle und Brennstoffe.

Allgemeines.

Die bisher veröffentlichten Arbeiten über die Selbstentzündlichkeit von Ölen und Brennstoffen befaßten sich überwiegend mit Treib- und Heizölen. Die Kenntnis der Vorgänge bei der Selbstentzündung der Treiböle war und ist für Entwurf und Betrieb von Ölmaschinen so wichtig, daß man sich zunächst damit befaßte und die Industrie diese Forschungen weitgehend unterstützte. Eine der ersten Arbeiten hat 1913 auf Veranlassung der MAN Dr. Holm, „Über Entzündungstemperaturen, besonders von Brennstoffen", verfaßt (Z. f. ang. Chem. 1913). Im gleichen Jahre veröffentlichten Constam und Schläpfer ihre umfangreiche Arbeit „Über Treiböle"[1]).

Bis in die neuere Zeit hinein beschränkte sich aber die praktische Messung der Entzündlichkeit eines Stoffes (ohne Zündflamme) auf die Feststellung des Selbstzündpunktes[2]), d. h. derjenigen Temperatur, bei welcher im gleichförmigen Luft- oder Sauerstoffstrom Selbstentzündung eintritt. Während Holm das Öl auf einen einfachen, erhitzten Porzellandeckel tropfen ließ, und Constam und Schläpfer ihre Versuche mit dünnwandigen, offenen Tiegeln aus Platin, Nickel und Porzellan durchführten, hat der von Alt (Z. Bd. 67 (1923) S. 686) benutzte „Zündprüfer" von Fried. Krupp A.-G. einen elektrisch geheizten Zündklotz, dessen jeweilige Temperatur mit Hilfe von drei Thermoelementen genau gemessen werden kann.

Im Hinblick auf die im Heft 22 dieser Zeitschrift vom 31. Mai d. J. veröffentlichte Arbeit von J. Tauß und F. Schulte „Bestimmungen des Zündpunktes unter Druck" erscheinen jedoch alle bisherigen Messungen über die Selbstentzündung als unzulänglich, da sie von der Voraussetzung ausgingen, der Selbstzündungspunkt sei ein eindeutiger Begriff, während hier bewiesen wird, daß ein und dasselbe Öl bei verschiedenen Drücken auch verschiedene Selbstzündungspunkte gibt. Die Veränderlichkeit der Selbstentzündlichkeit eines Stoffes kann man aber auf einfachere, für die Praxis ausreichende Weise feststellen.

Selbstentzündung von Schmieröl.

Veranlaßt durch folgenschwere Explosionen der Schalldämpfer an Bord von Motorschiffen beschäftige ich mich seit März 1923 mit den Ursachen der Selbstentzündung von Treibölen und Schmierölen. Bei den in Frage kommenden Unfällen deuteten alle Anzeichen darauf hin, daß Selbstentzündung geringer Schmierölmengen bei etwa 300 °C ein in den Schalldämpfern befindliches Gasgemisch zur Explosion gebracht hatte. Zur Untersuchung der Öle wurde die in Abb. 1 dargestellte Vorrichtung benutzt.

Aus dem mit einem Druckminderventil versehenen Behälter gelangt reiner Sauerstoff durch einen Blasenzähler b und ein Trockenrohr r in die mittlere Bohrung des Zündklotzes z, der elektrisch oder durch einen Gasofen erwärmt werden kann. Von der mittleren Bohrung gelangt der Sauerstoff durch Kanäle in konzentrisch angeordnete Zündlöcher, von denen eins ein Thermometer aufnimmt. Bei der Erprobung von Ölen wird der Zündklotz auf etwa 200 °C vorgewärmt, die Sauerstoffzufuhr angestellt und aus einer Pipette ein Tropfen des Öls in eines der Zündlöcher gebracht. Bei je 10 ° Temperatursteigerung wird mit der Ölzugabe fortgefahren, bis Selbstentzündung erfolgt.

Bei den Versuchen zeigte sich, daß der Selbstzündungspunkt je nach der zugeführten Sauerstoffmenge verschieden war; seine Bestimmung wurde daher im dosierten Sauerstoffstrom ausgeführt, d. h. die minutlich durch den Blasenzähler tretenden Sauerstoffblasen wurden genau geregelt. Nun ergab sich, daß Selbstentzündung des in Frage kommenden Schmieröls bei 230 °C und 40 Blasen in 1 min eintrat, während bei der gleichen Temperatur 60 Blasen in 1 min erforderlich waren, um das verwendete Treiböl zu zünden. Das Schmieröl war also bedeutend leichter entzündlich als das Treiböl, und seine Verwendung war die unmittelbare Ursache der Explosion.

Zündwertbestimmung.

Untersuchungen anderer Öle überzeugten bald davon, daß es nicht genügt, die bei Eintritt der Selbstzündung herrschende Temperatur zu beobachten, um ein Maß für die Selbstentzündlichkeit eines Stoffes zu erlangen. Wie aus Zahlentafel 1 vorgeht, brauchte z. B. ein Lagerschmieröl zur Selbstzünd bei 240 °C einen Sauerstoffstrom von 100 Blasen in 1 min, ein L kompressoröl bei der gleichen Temperatur 220 Blasen und ein R nur 36 Blasen Sauerstoff. Zur Kennzeichnung der Selbstentz lichkeit eines Stoffes braucht man daher auch die Angabe erforderlichen Sauerstoffmenge. Durch Division der Temper durch die Zahl der minutlichen Sauerstoffblasen erhält einen Wert, den man als „Zündwert" bezeichnen kann.

Infolge der gleichen Bedingungen für ihre Entste (Wärme und Sauerstoff) besteht zwischen dem Zündwert dem Heizwert eines Stoffes eine Art Wesensgemeinschaft, sich auch darin äußert, daß man wie beim Heizwert e oberen und einen unteren Zündwert findet. Ergab sich Selbstzündungspunkt eines Öles z. B. bei 230 °C und 40 Bl so ist sein Zündwert 230 : 40 = 5,75 °. Würde ein andres Ö der gleichen Temperatur 23 Blasen in 1 min gebrauchen, s sein Zündwert 230 : 23 = 10 °, d. h. es ist um 4,25 Zündg leichter entzündlich als das erstere.

Für die Kennzeichnung der Selbstentzündlichkeit eines St wurde weiterhin geprüft, wieviele Selbstzündungen bei einem zelnen Tropfen bei stoßweiser Sauerstoffzufuhr eintreten wie groß der Zündverzug, d. h. die Zeitspanne zwischen Aufgabe eines Tropfens und seiner Zündung, war. Zahlenta

Abb. 1.
Einrichtung zur Bestimmung der Selbstentzündlichkeit von Öle

Zahlentafel 1. Selbstentzündlichkeit flüssiger u fester Brennstoffe.

Nr.	Stoff	Flammpunkt °C	Selbstzündungstemperatur a °C	Zahl der Sauerstoffblasen i. 1 min b	Zündwert $a:b$
1	Motorenschmieröl	166	230	40	5,75
2	„	174	226	146	1,60
3	„	150	236	42	5,60
4	„	187	248	102	2,42
5	„	193	244	28	11.10
6	„	191	244	18	13,80
7	Lagerschmieröl	165	240	100	2,40
8	Luftkompressoröl	280	240	220	1,10
9	Heißdampfmaschinenöl . .	243	244	64	3,80
10	Rüböl	—	240	36	6,60
11	„	—	380	168	2,26
12	Gasöl	75	242	48	5,05
13	Benzolol	– 12	235	60	3,90
14	Schwerbenzol	43	460	360	1.28
15	Treiböl	60	230	60	3,80
16	„	77	232	36	6,40
17	„	68	238	20	11,90
18	Heizöl, amerikanisches . .	—	212	30	7,10
19	Mischöl „ .	77	220	16	13.70
20	Steinkohlen-Teeröl	64	315	220	1.43
21	Braunkohlen-Teeröl. . . .	76	260	20	13,00
22	Benzol	— 10	490	115	4.26
23	Steinkohle	—	360	250	1,44
24	Kohlenstaub, Gießerei . .	—	270	240	1,13
25	Preßtorf	—	248	204	1,22
26	Linoleum	—	245	240	1,02
27	Firnis.	—	360	200	1,80
28	Paraffinöl (Vaselinöl). . .	—	260	120	2,17
29	Terpentinöl.	—	240	8	30.00
30	Alkohol, abs	—	360	280	1,36

[1]) Z. Bd. 57 (1913) S. 148 u. f.

[2]) In den meisten Veröffentlichungen heißt es „Zündpunkt", während seit über 20 Jahren die Fachliteratur (Holde, Großmann u. a) und vielfach auch die Praxis diese Bezeichnung als gleichbedeutend mit „Brennpunkt" kennt.

Abb. 2. Selbstentzündungstemperaturen von Ölen.

…ei, daß der Flammpunkt eines Öles keinen Aufschluß über …i Selbstentzündlichkeit gibt; denn ein Benzol, dessen Flamm…t bei — 10° liegt, entzündet sich erst bei 490° und 115 Blasen, …end sich ein Heißdampfzylinderöl mit dem Flammpunkt von …° bereits bei 244° entzündet und nur 64 Blasen braucht.

Die in der Fachliteratur enthaltenen Angaben über explosible …schaften asphalthaltiger Öle und deren Rückstände treffen …Temperaturen bis zu 500 °C nicht immer zu. Das in Zahlen…f 1 unter Nr. 7 angeführte Lagerschmieröl hatte z. B. trotz …8 Hartasphaltgehalt einen Zündwert von 240 : 100 = 2,4, wäh…r ein hartasphaltfreies Schmieröl einen Zündwert von 235 : 38 … hatte. Um Selbstzündungen von Schmierölrückständen her…i führen, mußte ein Sauerstoffstrom von etwa 300 Blasen …wendet werden. Die Forderung eines niedrigen Asphalt…ts bietet also noch keine Gewähr für die Verhinderung von …hierölexplosionen.

Die einigen Ölen eigentümliche Heftigkeit der Explosion …i Eintritt der Bedingungen für die Selbstentzündung läßt er…en, daß schon ganz geringe Ölmengen folgenschwere Zer…ungen hervorbringen können, wenn die Raumverhältnisse be…t sind und die Explosionsgase nicht ungehindert abziehen …en. Die Kraft der Explosion steigert sich noch, wenn das …e Gefäßwände nur in dünner Schicht bedeckt, da dies dem …stoff eine bessere Einwirkung ermöglicht. Das unter Nr. 1 …führte Motorenschmieröl zündete bei Aufgabe eines ge…ssenen Tropfens und stoßweiser Sauerstoffzuführung 22 mal. …le ein Tropfen jedoch in dünner Schicht über die Wand …n Zündloches verteilt, so erfolgte beim ersten Sauerstoffstoß …n heftige Explosion, der nur drei schwächere folgten. Auf … Erscheinung könnte man die Explosionen zurückführen, …n Schieberkästen und Ventilgehäusen bei höheren Tempe…en auftreten.

Bestimmung der Selbstzündungspunkte im dosierten Sauerstoffstrom.

Dank dem Entgegenkommen der Direktion habe ich kürzlich …aboratorium der Staatsprøveanstalten (Staatliche …rialprüfungsanstalt) zu Kopenhagen eingehende Untersuchun… über den Einfluß der wechselnden Sauerstoffzufuhr auf die …tentzündung verschiedener Öle vorgenommen, um sie mit den …Tauß und Schulte bei wechselnden Drücken gefundenen …en zu vergleichen. Für die Versuche stand mir ein rings …sbest verkleideter Gasofen zur Verfügung. Die Temperatur …e mittels Thermoelements gemessen, der Zündklotz wurde …f 600 °C erwärmt, und die Selbstzündungspunkte wurden …e 20° Temperaturabnahme und bei jeweils gleichbleibender …nzahl bestimmt. Die Untersuchungen wurden also unter …chen Bedingungen wie die von Tauß und Schulte durch…rt. In Zahlentafel 2 ist das Ergebnis eines Versuches mit …utem Alkohol wiedergegeben.

Über die Versuchsergebnisse mit andern Ölen gibt Abb. 2 …chluß.

Zahlentafel 2. Selbstzündungsversuche mit absolutem Alkohol.

Sauerstoffblasen in 1 min / Temperatur °C	600	580	560	540	520	500	480	460	440	420	400	380	360
0	+	+	+	+	+	—	—	—					
20	+	+	+	+	+	—	—	—					
48	+	+	+	+	+	+	—	—	—				
70	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—			
96	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—		
146	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	
170	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—
280	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+3	+6	+8

Vermerk: Die Temperaturen sind abgerundet. Die einstelligen Zahlen geben den Zündverzug in Sekunden an.
+ bedeutet Zündung.

Bei meinen früheren Versuchen hatte ich für die Wärmemessung ausschließlich Thermometer verwendet, deren Meßbereich sich nur bis zu 520 °C erstreckte. Bei den Kopenhagener Versuchen konnte ich zum erstenmal Temperaturen bis zu 600° erreichen und stellte dabei fest, daß verschiedene Öle zwischen 500 und 600° für die Selbstentzündung überhaupt keiner Sauerstoffzufuhr bedurften. Reines Terpentinöl entzündete sich bereits bei 420°.

Von andrer Seite wurde mir mitgeteilt, daß sich bei Erwärmung von SO_2 auf etwa 500 °C SO_3 bilde. Die Richtigkeit dieser Angabe habe ich bisher nicht bestätigt erhalten können; meine Versuche ergaben jedoch einwandfrei, daß verschiedene Öle bei genügender Erwärmung eine zur Selbstentzündung ausreichende Menge Sauerstoff freigeben können.

Aus den Versuchsergebnissen in Abb. 2 geht hervor, daß man für einen bestimmten Meßbereich eine obere und eine untere Selbstzündungstemperatur und somit auch einen oberen und einen unteren Zündwert erhält. Die Zündwerte bieten daher eine gute Grundlage zur Aufstellung von Vorschriften für die Beschaffung und Verwendung von Ölen und Brennstoffen. In Zahlentafel 3 sind die Zündwerte verschiedener Öle für Temperaturen bis 600° angegeben.

Zahlentafel 3. Zündwerte bis zu 600° C.

Stoff	Unt. Zündwert	Ob. Zündwert
Benzol, rein . . .	580/200 = 2,9	600/80 = 7,5
Benzin	330/90 = 3,67	520/25 = 20,8
Mot.-Schmieröl . .	280/62 = 4,5	600/13 = 46,—
Rüböl	380/168 = 2,26	520/— = 520,—
Firnis	360/200 = 1,8	500/— = 500,—
Alkohol, abs. . .	360/280 = 1,36	520/— = 520,—
Paraffinöl	260/120 = 2,17	560/— = 560,—
Terpentinöl, rein .	240/8 = 30,—	420/— = 420,—

Abb. 3. Selbstzündungstemperaturen von Benzol-Terpentinölmischungen.

Abb. 4. Mischungen von Braunkohlenteeröl und Benzol.

Abb. 3 zeigt, wie sich bei Mischung von Terpentinöl mit thiophenfreiem Benzol die Selbstzündungspunkte ändern. Bei Versuchen mit Mischungen von Braunkohlenteeröl und thiophenfreiem Benzol, Abb. 4, stellte sich heraus, daß die Kurve der Selbstzündungstemperaturen erst bei Zusatz von 90 vH Benzol gleichmäßig verläuft. Bei unvermischtem Braunkohlenteeröl und bei Mischungen, die bis zu 80 vH Benzol enthalten, verlaufen die Kurven umgekehrt wie früher. Je nach der Art der Mischungen treten bei niedrigen Temperaturen bis zu 340° und niedrigen Blasenzahlen Zündungen auf; dann setzen sie aus und setzen erst bei einer um 60 bis 100° höheren Temperatur wieder ein. Das Braunkohlenteeröl hatte 78° Flammpunkt und enthielt 2,5 vH Kreosot und 0,2 vH Wasser.

Abb. 5. Verschiedene Messungen mit Paraffin.

Daß bei Mischungen von schwer entzündlichen mit leichter entzündlichen Ölen die Zündkurve über der des unvermischten Öles liegt, habe ich nicht festgestellt. Abb. 6 und 7 der Arbeit von Tauß und Schulte (S. 576) lassen übrigens die Möglichkeit zu, daß bei der Messung der Selbstzündungspunkte unter Druck Meßfehler vorliegen. Während z. B. in Abb. 6 der Selbstzündungspunkt einer 10 vH-Mischung für 1 at bei 600° liegt, gibt Abb. 7 die gleiche Temperatur für 8 at an, was der Veränderlichkeit des Selbstzündpunktes mit dem Druck widerspricht.

Allerdings habe ich dabei vorausgesetzt, daß die Verf… beide Messungen mit den gleichen Ölen ausgeführt und nic… dem einen Fall etwa stärker oxydiertes Öl verwendet h… Über den Einfluß der Oxydation auf Schmieröle sagt Hold… seiner „Untersuchung der Mineralöle und Fette" (1905), da… reits eine dreitägige Einwirkung von Sauerstoff ein Schm… stark verändert. Engler stellte 16 Jahre früher (Ber. … fest, daß sich bei starker Erhitzung von Fetten CO bilden … Den Einfluß der Oxydation auf die Entzündlichkeit eines … zeigt Zahlentafel 1 insofern, als sich das unter Nr. 6 aufgef… Motorenschmieröl von dem Öl Nr. 1 nur dadurch untersch… daß es 18 Wochen in offener Schale bei etwa 1 mm Schicht… aufbewahrt worden war. Dadurch stieg der Zündwert vo… auf 13,8 Zündgrade.

Ergebnis der Versuche.

Für die Bestimmung der Selbstzündungspunkte kann … somit einen offenen Tiegel benutzen, wenn man die Sauer… zufuhr genau regelt und wenn die Abmessungen der Vorric… bestimmten Ansprüchen genügen. Bei der Verschiedenhei… Selbstentzündlichkeit an sich gleicher Öle war nicht zu erw… daß sich die Kurven decken würden; trotzdem zeigt Abb. 5… die Ergebnisse bei der Messung unter Druck und im dos… Sauerstoffstrom fast gleich verlaufen. Daß die im dos… Sauerstoffstrom gemessenen Werte um 10 bis 20° höher … läßt sich vielleicht durch die Verwendung des offenen T… erklären. Es ist bekannt, daß man bei Flammpunktbestimmu… nach Marcusson auch Werte erhält, die um 20 bis 40°… noch höher als die im Pensky-Martensschen Appara… stimmten liegen. Eine Toleranz von ± 10° scheint nic… hoch und wird die Praxis auch zugestehen.

Ob die willkürlich angenommene Gleichheit der Zünd… bei 9 at abs und 120 Sauerstoffblasen der Wirklichkeit entsp… kann erst bei gleichzeitiger Messung an gleichen Ölsorten ge… werden. Abb. 6 gibt an, wie ein rohes Schema für di… gefähre Berechnung der zur Selbstentzündung erforderl… Luftmenge aussehen würde, falls das angenommene Verh… zwischen Drücken und Blasenzahlen richtig wäre. Gebrauchte z. B. ein Treiböl im Zündwertprüfer bei 500 °C einen Sauerstoffstrom von 400 Blasen in 1 min, entsprechend 30 at, so bedarf es im Motor des Sechsfachen des Zylinderinhalts an Sauerstoff oder der dreißigfachen Luftmenge, die durch Verdichtung auf eine Wärme von 500 °C gebracht werden muß. Für eine genaue Berech… müßten noch die Brennstoffmenge, die Wirkung der Ze… bung u. a. berücksichtigt werden. Wenn auch die Sauer… menge der Luft mit wachsendem Druck gleichmäßig zun… s. Abb. 6, so muß doch der bei Verbrennungen in hö… Temperaturen freiwerdende Sauerstoff mit in Betracht ge… werden. Nach Holde (Untersuchungen der Kohlenwasser… und Fette) kann z. B. der Sauerstoffgehalt von Roher… zwischen 0,1 und 6,9 vH schwanken. Man müßte daher… Schmieröle, die Explosionen verursachen oder durch eigene E… sion Unfälle herbeiführen könnten, einen bestimmten Sauer… gehalt und niedrige Zündwerte zulassen, während für Tr… hohe Zündwerte zweckmäßig sind. Das gleiche gilt für … andern Brennstoffe, bei denen entweder eine frühe Selbstzün… gefordert oder vermieden werden soll. [B 6…

Abb. 6. Verhältnis der Sauerstoffmeng… der Luft zum Rauminhalt bei verschiede… Druck.

Motorwagen-Feuerlöschpumpen.

Mitgeteilt von Gebrüder Sulzer A.-G., Winterthur.

Entwicklung der älteren Feuerlöschpumpen zur neuzeitlichen Benzin-Motorfeuerspritze und Überlandspritze — Vorzüge der Kreiselpumpen gegenüber Kolbenpumpen — Aufbau und Ausrüstung einer Überland-Motorfeuerspritze — Ausbildung des Beleuchtungswagens — Beschreibung der umschaltbaren Kreiselpumpe.

Die rasche Entwicklung des Kraftwagenbaues und die Fortschritte im Bau raschlaufender Benzinmotoren haben auch im Bau von Mannschaftswagen, Gerätewagen und Spritzen für Feuerlöchzwecke einen vollständigen Umschwung hervorgerufen. Die fahrbaren Feuerlöschgeräte früherer Zeit, wie Handpumpen mit Pferdebespannung, Dampfpumpen, Pumpen mit elektrischem Antrieb usw. werden heute fast gar nicht mehr gebaut. Für Feuerlöschpumpen mit Hand- und Pferdezug benutzt man als Antriebmaschine fast ausschließlich den Benzinmotor. Größere Geräte städtischer Feuerwehren, die neuzeitlichen Motorwagen-Feuerlöschpumpen, vereinigen zumeist Mannschaftswagen, Gerätewagen und Spritze in einem Fahrzeug, wobei der Wagenmotor auch die Pumpe antreibt. Die Vorteile einer solchen Motorspritze sind: sofortige Betriebsbereitschaft, große Fahrgeschwindigkeit, unbeschränkter Wirkungsbereich (im Gegensatz zur elektrisch betriebenen Pumpe), geringer Mannschaftsbedarf und einfache Wartung.

Die verhältnismäßig hohe Drehzahl des Wagenmotors hat das Bedürfnis nach raschlaufenden Pumpen hervorgerufen, und unter den verschiedenen für diesen Zweck vorgeschlagenen Bauarten hat die Kreiselpumpe am besten den Anforderungen entsprochen, die vom feuerwehrtechnischen Standpunkt aus an eine Feuerlöschpumpe gestellt werden. Die Vorteile der Kreiselpumpe gegenüber Kapselpumpen oder Pumpen mit umlaufenden Kolben sind bedeutend. Die Kreiselpumpe hat eine ruhige, gleichmäßige Wasserförderung, im Gegensatz zur pulsierenden Arbeitsweise einer Kolbenpumpe, was für die Schonung der Schläuche wichtig ist. Sicherheitsventile oder Umlaufleitungen sind bei der Kreiselpumpe nicht nötig, da sie selbst bei geschlossenen Leitungen keinen schädlichen Überdruck erzeugt. Veränderungen der Schlauchleitungen lassen sich daher während des Pumpenganges ohne Störung vornehmen. Die Kreiselpumpe kann ferner ohne merklichen Verschleiß oder Leistungsabfall sandiges oder sonst verunreinigtes Wasser fördern, was im Löschdienst oft vorkommt, wenn das Wasser aus offenen Gewässern gesaugt wird.

Abb. 1. Versuche über Wurfweite und -höhe einer Feuerlöschpumpe bei verschiedenen Drücken und Neigungswinkeln.

Geringes Gewicht und gedrängte Bauart bei großer Leistung, einfache Wartung und hohe Betriebsicherheit sind weitere Vorzüge der Kreiselpumpe. Allerdings saugt sie nicht selbsttätig an, muß vielmehr mit Wasser gefüllt werden, bevor sie in Betrieb gesetzt wird. Man muß daher jede Feuerlösch-Kreiselpumpe heute mit einer gut durchgebildeten Entlüftpumpe versehen, womit man Pumpe und Saugleitung in 20 bis 30 Sekunden füllen kann.

Die Firma Gebrüder Sulzer, A.-G., hat schon 1909 ihre erste Motorfeuerspritze mit Kreiselpumpe für die Feuerwehr der Stadt Rives (Südfrankreich) geliefert. Die Erfolge dieser neuartigen Feuerspritze haben zur raschen Einführung dieser Bauart bei manchen großstädtischen Feuerwehren wesentlich beigetragen.

Um die Beurteilung und Wahl einer Feuerlöschpumpe unter gegebenen Verhältnissen zu erleichtern, hat die Firma Versuche über Steighöhe und Wurfweite eines Wasserstrahles von 18 mm Dmr. bei verschiedenen Drücken und bei Neigungswinkeln von 32 und 50° ausgeführt, s. Abb. 1.

In neuester Zeit hat man der Motorfeuerspritze als Überland-Feuerlöschgerät erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt. Die

Abb. 2. Überland-Feuerspritze der Stadt Winterthur mit Sulzer-Kreiselpumpe.

Pumpe soll nicht nur dem Feuerschutz innerhalb des Stadtgebietes, sondern hauptsächlich auch zur Hilfeleistung bei weit abgelegenen Brandstätten auf dem Lande dienen. Eine solche Überland-Feuerspritze ist z. B. kürzlich für die Stadt Winterthur gebaut worden. Da sie bedeutend schneller als gewöhnliche Lastwagen fährt, wurde aus Rücksicht auf besseren Schutz der Mannschaft statt des üblichen offenen Aufbaues mit Bänken in der Längsrichtung eine geschlossene Karosserie mit sogenanntem Torpedo-Windschutz, seitlichen Einsteigetüren und vorderen und hinteren Quersitzen gewählt, Abb. 2. Die seitlichen Trittbretter bedecken Kästen, worin man rd. 20 m Saugschlauch unterbringen kann. Auch unter den Führersitzen, den Querbänken und im hinteren Teil des Wagenaufbaues sind Kästen zum Einlagern von Geräten und Werkzeugen für den Feuerwehrdienst angeordnet. Über dem Wagenaufbau werden eine dreiteilige Schiebeleiter für 14 m Höhe, eine Anstelleiter, eine Stockleiter, eine Dachleiter und ein Feuerhaken mitgeführt.

Eine Neuerung ist, daß man bei diesem Feuerlösch-Motorwagen weder Schlauchwagen noch Schlauchhaspel mitzunehmen braucht, sondern nur auf dem Rücken tragbare Kisten, worin die Druckschläuche so verpackt sind, daß sie sich beim Vorwärtsgang des Trägers von selbst abwickeln. Diese Schlauchkisten, Bauart Stolz, sind für Überland-Motorspritzen, die möglichst viele Schläuche auf kleinstem Raum mitnehmen müssen, fast unentbehrlich geworden. Jede Schlauchkiste enthält acht zusammengeschraubte Normalschläuche von je 10 bis 12 m Länge. Im hinteren Teil des Wagens liegen 6 Schlauchkisten; sie sind auf einem Rollwagen so gelagert, daß man sie auf Gleitschienen über die Pumpe hinweg herunterschieben kann. In dem dadurch frei werdenden Raum kann man dann weitere 6 Schlauchkisten oder nasse, einzeln gerollte Schläuche unterbringen. Der Wagen kann so 9 Mann und 12 Schlauchkisten mit rd. 840 m 65 mm-Schlauch oder 13 Mann und 6 Schlauchkisten mit rd. 420 m Schlauch aufnehmen.

Der Motor leistet bei 1350 Uml./min bis zu 70 PS mit vier Zylindern von 120 mm Dmr. und 180 mm Hub. Der Wagen hat

Abb. 3. Sulzer-Kreiselpumpe mit Schlauchanschlüssen der Motorfeuerspritze der Stadt Winterthur.

eine Fahrgeschwindigkeit von 36 km/h und bewältigt bei voller Belastung ohne Anstand 20 vH Steigung. Die Kreiselpumpe, Abb. 3, ist für 1800 l/min Fördermenge bei 10,5 at Gegendruck gebaut und verbraucht 60 PS bei 2350 Uml./min. Die Pumpe ist dreistufig und ganz aus Bronze hergestellt. Für die Druckschläuche sind 4 Anschlußstutzen von 65 mm l. W. mit Keilschiebern vorhanden; der Saugrohranschluß ist 105 mm weit. Zum Entlüften und Anfüllen von Pumpe und Saugleitung dient eine ausrückbare Kolbenpumpe. Die ganze Pumpe ist im hintern Teil des Fahrzeuges allseitig bequem zugänglich. Die Bedienung während des Brandes erfolgt hinter der Pumpe, so daß der Wärter seinen Platz nicht zu verlassen hat. Der Wagen ist auch als Beleuchtungswagen eingerichtet und neben der Bosch-Fahrbeleuchtung mit einer zweiten Dynamo für 1,5 kW bei 160 V und 2700 Uml./min versehen, die mittels einer Querwelle vom Fahrmotor angetrieben wird und zur Beleuchtung des Brandplatzes, der Innenräume der Gebäude, bei Aufräumarbeiten, Unfällen usw. mittels tragbaren Scheinwerfers und mit Bogenlampen benutzt werden kann.

Abb. 4. Umschaltbare Sulzer-Kreiselpumpe.

Jede Feuerlöschpumpe muß oft unter sehr wechselnden Verhältnissen arbeiten. Liegt die Brandstelle hoch über der Wasserentnahmestelle, so muß die Pumpe in erster Linie hohen Druck erzeugen; das Gleiche gilt bei langen Schlauchleitungen, wo große Reibungswiderstände zu überwinden sind. Anderseits mü dem Brandherd auch oft bei geringem Druck große Was mengen zugeführt werden, z. B. bei Bränden von Holz-, F Öl- und Strohlagern. Man macht deshalb die Pumpe umsch bar, indem die Laufräder paarweise entweder hintereinander Druck oder parallel auf Fördermenge geschaltet werden; kann während des Betriebes bei unveränderter Drehzahl gleichbleibendem Kraftbedarf geschehen.

Der Gedanke der Umschaltung ist an sich nicht neu; reits 1905 hat z. B. die Firma Gebrüder Sulzer A.-G. für Feuerwerkslaboratorium in Spandau eine umschaltbare Fe löschpumpe geliefert, die entweder 1750 l/min bei 6 at, oder 3500 l/min bei 2,5 at liefert. Die neueste Umschaltvorrich ist ein drehbarer Steuerschieber, Abb. 4 und 5, der mittels e Handrades gedreht werden kann, und dessen jeweilige Stel ein Zeiger anzeigt. Bei dieser einfachen und bequem zugängli Vorrichtung werden Mißgriffe und falsche Handhabung vermi Auch die Anordnung der Saugräume in der Mitte der Pump erwähnenswert; bei dieser Bauart stehen die beiden Stopfbüc am Wellenaustritt unter dem Druck des zweiten und dritten L rades, so daß auf keinen Fall Luft von außen eintreten k

Abb. 5. Umschaltbare Kreiselpumpe von Gebr. Sulzer für große Fördermengen bei geringem Druck oder kleinere Fördermengen bei hohem Druck.

Die Umschaltvorrichtung läßt sich auch bei Schiffspu mit Vorteil anwenden, die beim Deckwaschen mit großen Wa mengen bei niederem Druck arbeiten, beim Feuerlöschen dag hohen Druck bei verminderter Wassermenge erzeugen mü Auch in Fabrikbetrieben, wo ständig ein Wasserbehälter ges und nur bei Bränden der doppelte Druck notwendig ist, eine solche Pumpe gute Dienste leisten. [B 57

Der Amerikaflug des ZR 3[1]).

Das auf Reparationskonto für die Vereinigten Staaten von der Zeppelinwerft, Friedrichshafen, erbaute Luftschiff ZR 3 (Werftnummer LZ 126) hat am 15. Oktober 1924 seinen am 12. Oktober begonnenen Flug von Friedrichshafen nach Lakehurst glücklich beendet. Die gesamte durchflogene Strecke beträgt nach den vorläufig vorliegenden Meldungen rd. 8150 km, sie ist also bedeutend länger als die im Juli 1919 von dem englischen nach deutschen Muster erbauten Luftschiff R 34 auf seiner Fahrt über den Atlantischen Ozean zurückgelegte, die nur 5768 km ausmachte[2]). Auch sonst fällt der Vergleich beider Fahrten bedeutend zugunsten der unsres Zeppelinluftschiffes aus. Während das englische Luftschiff bei der Hinfahrt 108, bei der Rückfahrt 75 h brauchte, also rd. 57 und 77 km/h mittlere Fahrgeschwindigkeit erreichte, gelang es ZR 3, die 8150 km lange Strecke in 81 h 17 min zurückzulegen, was rd. 100 km/h mittlerer Fahrgeschwindigkeit entspricht. Zeitweilig erreichte das Luftschiff eine Geschwindigkeit von 150 km/h. Die höchste Höhe betrug 3680 m.

Die Besatzung des Luftschiffes bestand aus 27 Personen, zu denen noch vier Mitglieder der amerikanischen Kommission hinzukamen. An Brennstoffvorrat wurden rd. 32 t Benzin und 2½ t Öl an Bord genommen, so daß die gesamte Nutzlast des Luftschiffes mit Lebensmitteln, Trinkwasser und Post rd. 40 t betrug. Dies ist besonders deshalb sehr bemerkenswert, weil das englische Luftschiff R 34 bei seiner Fahrt über den Atlantischen Ozean nur 27 t Nutzlast trug und sein Brennstoffvorrat am Ende der Fahrt völlig verbraucht war. Der Fahrbereich des ZR 3 dagegen war mit der durchflogenen Strecke von rd. 8150 km noch erschöpft, da die Brennstoffvorräte noch für 20 Betriebstunden ge hätten. Der gesamte Fahrbereich ist mithin auf mehr als 10 000 kr zunehmen. Die schweren Maybachmotoren mit zusammen rd. 20 haben allen Anforderungen einer ununterbrochenen achtzigstündigen Teil recht stürmischen Fahrt durchaus entsprochen.

Die folgende Zusammenstellung ergibt einen Vergleich mit deutschen Zeppelin-Luftschiff L 59, das 1917 den bis jetzt längsten ausgeführt hatte[3]), und dem erwähnten englischen Zeppelin-Luftschiff

		L 59	R 34	ZR
Gasinhalt	m^3	68 500	55 850	70
Länge	m	226	196,5	
Gesamt-Nutzlast	kg	52 200	27 000	38

Der Flug des ZR 3 bedeutet einen glänzenden Triumph deut Technik. Er zeigt der Welt aufs neue, daß ohne deutsche Inge kunst und Forschertätigkeit der Luftschiffbau nicht entwicklungs ist, und stellt somit an die gesamte Kulturwelt die gebieterische F rung, Deutschland nicht auszuschließen von der praktischen Arbe der Fortentwicklung des Luftschiffbaues, der dem Weltverkehr neue Wege zu weisen berufen ist. [N 789]

[1]) s. L. Dürr, „25 Jahre Zeppelin-Luftschiffbau", Berlin 1924, VDI-Verlag, G. m. b. H.; vergl. a. Z. Bd. 68 (1924) S. 529.

[2]) s. Z. Bd. 63 (1919) S. 1155.

[3]) s. Z. Bd. 63 (1919) S. 298.

[4]) Die Gesamttragfähigkeit die bei der Amerikafahrt nicht voll ge nutzt wurde, beträgt 46 000 kg.

R U N D S C H A U.

Technische Mechanik.

Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchsanstalt zu Göttingen.

In den letzten Jahren ist das Interesse an aerodynamischen ...en stark gewachsen. Nicht nur die Flugzeug- und Luftschiff-...r, denen diese Wissenschaft die Grundlage für ihre Konstruk-...n bietet, auch die Kraftwagentechniker, die Bauingenieure und Schiffbauer beschäftigen sich gegenwärtig stark mit den Anwen-...en der Lehre von den Luftströmungen. Die gute alte Kanaltheorie ...für die neueren Wasserturbinen für niedriges Gefäll und große ...zahl unzulänglich geworden, und man ist jetzt daran, die Schaufeln ...Flügel nach Erfahrungen auszubilden, die man bei Flugzeugtrag-...en und Propellerflügeln gewonnen hat.

Seit man erkannt hat, daß Ähnlichkeitsgesetze gelten, die ge-...en, von Versuchen in einem Mittel auf Strömungen in einer ...rn Flüssigkeit zu schließen, ist die Verbindung der früher meist ...nnten Teilgebiete der Strömungslehre weit inniger geworden. M... darf als schönes Beispiel die bekannte Formel für die Rohr-...ung von B l a s i u s anführen, die für jede Flüssigkeit gilt. Frei-... sind einige Vorsichtsmaßregeln zu beachten: bei Wasser kann ...r Umständen, nämlich dann, wenn der Druck sehr tief sinkt, ...raumbildung (Kavitation) stören; anderseits treten bei großen ...hwindigkeiten in Luft (Überschallgeschwindigkeit) ganz anders-...e Strombilder auf, indem die Verdichtbarkeit der Luft, die man ...e kleinen Geschwindigkeiten vernachlässigen kann, sehr entschei-... wird. Hält man sich aber diese Grenzen klar vor Augen, so ...es möglich, die Beobachtungen in Luft mit großem Nutzen auf W...ser- und Dampfströmungen zu übertragen.

Abb. 1. Großer Windkanal der Aerodynamischen Versuchsanstalt in Göttingen.

So ist denn zu erwarten, daß das im vergangenen Jahre von Prof. ...r a n d t l herausgegebene Werk „Ergebnisse der Aerodynamischen ...uchsanstalt zu Göttingen“[1]) für viele Ingenieure, die in Fragen der ...nung interessiert sind, Bedeutung erlangt, obgleich es zunächst nur ...ie Luftfahrttechnik bestimmt zu sein scheint.

Nach einem geschichtlichen Überblick über die Entstehung der ...alt, die ein Institut der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur För-...ng der Wissenschaften ist, bringt das erste Heft eine eingehende ...hreibung der Versuchseinrichtungen und Meßmethoden. Das Haus ...ilt als wesentlichste Bestandteile zwei Windkanäle, Einrichtungen ...Erzeugung von künstlichen Luftströmen von größeren Abmessungen. ... sogenannte kleine Windkanal, der auf den ersten Seiten der ...ten Lieferung beschrieben wird, ist ein Umbau des allerersten Ver-...skanals, der im Jahr 1908 von Prof. Prandtl gebaut wurde.

Der 1917 errichtete große Windkanal, Abb. 1, ist seither haupt-...lich im Betrieb. Die Versuchstücke, meistens Flugzeugmodelle, ...en an dünnen Stahldrähten in den freien Luftstrahl von 2,24 m Dmr. ...ngt. Die Drähte führen zu Wagen, an denen die Luftkräfte ...ptsächlich Auftrieb und Widerstand) gemessen werden können. ...auf den freien Strahl der Versuchstrecke ist die Führung der Luft ...tändig geschlossen.

Da in dem freien Strahl, dessen Geschwindigkeit auf 50 m/s ...km/h) gesteigert werden kann, eine große kinetische Energie steckt, ...darauf Bedacht genommen worden, wenigstens einen Teil davon ...h Erweiterung des Kanalquerschnittes zurückzugewinnen. Bemer-...wert ist, daß die Richtung des Windstromes durch rechtwinklige ...mmer mit eingebauten Betonleitschaufeln geändert wird. Versuche ...n ergeben, daß der E...ergieverlust bei einer Umlenkung um 90° ...5 vH der Geschwindig...tshöhe beträgt. Da die Luft in geschlos-...m Kreislauf strömt, ...o wäre bei reibungsfreier Strömung keine ...gie für den Betrieb erforderlich. Die in Wirklichkeit auftretenden ...ungen machen aber eine ziemlich große Gebläseanlage notwendig. ...Rücksicht auf Raumersparnis ist ein Axialventilator gewählt wor-... der nach den Erfahrungen an Luftpropellern für diesen Zweck ...nders ausgebildet wurde. Er hat bei 3 m Dmr. vier Holzflügel ...n fördert die Luft zunächst in eine Leitvorrichtung. Nach Ver-suchen beträgt der Wirkungsgrad dieses Gebläses rd. 80 vH, eine Zahl, die man sonst nur bei größeren Schleudergebläsen erreicht hat.

Die Rückführung der Luft vom Gebläse zum Versuchstand erfolgt durch den im Keller liegenden unteren Teil des Windkanals, der sich in Richtung der Strömung allmählich erweitert. Kurz vor dem Versuchstand durchfließt der Wind einen Gleichrichter aus Blechstreifen und tritt dann in die Düse ein, die den Querschnitt von 20 m² auf 4 m² verringert und die Geschwindigkeit entsprechend erhöht. Das Gebläse wird durch einen Gleichstrommotor von 300 PS Höchstleistung in Leonard-Schaltung angetrieben.

Sehr wichtig ist für eine einwandfreie Messung die zeitliche Gleichförmigkeit der Windgeschwindigkeit. Eine besondere Regeleinrichtung sorgt dafür, daß eine bestimmte Geschwindigkeitshöhe oder, genauer gesagt, ein bestimmter Staudruck eingehalten wird. Mit einer Beschreibung der meistens verwendeten sogenannten Drei-Komponentenwage schließt der erste Abschnitt des Buches.

Auf den Inhalt der nun folgenden Einführung in die Lehre vom Luftwiderstand[2]) braucht hier nicht näher eingegangen zu werden. Sie enthält die Erklärung der in der deutschen Aerodynamik allgemein gebräuchlichen Begriffe und Formelzeichen, einen Abschnitt über das für die gesamte Strömungslehre so wichtige Ähnlichkeitsgesetz und einen Abriß der Tragflügeltheorie. Diese hat in neuerer Zeit insofern große Fortschritte gemacht, als es möglich wurde, einen Teil der beim Flug auftretenden Widerstände besonders klar und scharf zu fassen.

Es handelt sich um die sogenannten induzierten Widerstände. Der Name soll an die Elektrodynamik erinnern. In der Tat ist es möglich, die Gesetze des elektromagnetischen Feldes in weitgehender Weise auf die Aerodynamik zu übertragen, indem nämlich die Grundgleichungen der beiden Wissenschaftsgebiete sehr ähnlich sind und daher die Berechnungen beinahe übereinstimmen. Die physikalische Bedeutung der Formelzeichen ist naturgemäß gänzlich verschieden.

Der induzierte Widerstand tritt auch in vollkommen reibungsloser Flüssigkeit auf; er hängt mit der Erzeugung des Auftriebs zusammen. Man kann sich das etwa folgendermaßen klar machen: indem die Luft das Gewicht des Flugzeuges aufnimmt, erhält sie einen Abwärtsimpuls. Je größer der Auftrieb, um so größer ist die in dieser Abwärtsbewegung steckende Energiemenge, die eine zusätzliche Zugkraft am Propeller erfordert. Es ist gelungen, der Theorie eine bemerkenswert einfache und allgemeine Form zu geben, indem man die Frage beantworten konnte: wie müssen die Auftriebkräfte auf die verschiedenen Flügel und Flügelteile verteilt werden, damit der induzierte Widerstand einen kleinsten Wert annimmt?

Der dritte Abschnitt beschäftigt sich mit der eigentlichen Versuchstechnik. Da stets allerlei Nebenwiderstände der Aufhängeeinrichtungen mitgemessen werden, ist eine besondere Bestimmung des Drahtwiderstands notwendig. Weitere Berichtigungen werden angebracht, um den Einfluß der endlichen Größe des für die Messung verwendeten freien Luftstrahles auszugleichen. Auch hier hat die Theorie viele Anhaltspunkte gegeben, und im vierten Teil der zweiten Lieferung findet man den versuchsmäßigen Nachweis, daß die angewendeten Berichtigungsformeln genau sind. Von den bei den Messungen benutzten Geräten zeichnet sich das Mikromanometer durch Handlichkeit und große Ablesegenauigkeit aus.

Der größte Teil der ersten Lieferung ist den Versuchsergebnissen gewidmet. Unter diesen stechen besonders die sehr zahlreichen Flügelprofiluntersuchungen hervor. Bekanntlich haben die in der Flugtechnik benutzten Flügel Querschnitte, deren Hinterkanten scharf ausgezogen, deren Vorderkanten mehr gerundet sind. Natürlich sind sehr viele Formen möglich, und es war viel Versuchsarbeit notwendig, um die hier auftretenden Gesetzmäßigkeiten zu erkennen. Man kann zwar nach den Theorien von J o u k o w s k i, v. K á r m á n und T r e f f t z, M i s e s und andern den Auftrieb eines Flügels theoretisch soweit vorausberechnen, daß sich der gemessene Auftrieb, wenigstens bei kleinen Anstellwinkeln, nicht sehr weit davon entfernt. Hingegen ist es z. Zt. noch nicht möglich, den Widerstand der Flächen, soweit er nicht „induziert“ ist, im voraus anzugeben, und ebenso wenig sind wir imstande, über den größtmöglichen Auftrieb, der für die Beurteilung der Landung wichtig ist, theoretisch etwas auszusagen.

Die hier auftretenden theoretischen Schwierigkeiten hängen aufs engste mit der Frage der Turbulenz zusammen, an dessen Aufhellung man in den letzten Jahren so viel gearbeitet hat. Einstweilen hat aber der Versuch die führende Rolle. Für die Darstellung der Ergebnisse hat sich ein bestimmtes Verfahren herausgebildet, für das seiner Wichtigkeit wegen ein Beispiel in Abb. 2 angeführt werden möge. Die neben dem Flügelschnitt, Abb. 3, ersichtliche Kurve, die sogenannte „Polare“ enthält die dimensionslosen Auftrieb- und Widerstandzahlen C_a und C_w für verschiedene Anstellwinkel (den Kurvenpunkten beigeschrieben), und hiermit kann man Auftrieb und Widerstand des Flügels nach folgenden Formeln berechnen:

$$A = \frac{C_a}{100} q F,$$

$$W = \frac{C_w}{100} q F,$$

[1]) Herausgegeben von Dr.-Ing. Dr. L. P r a n d t l, unter Mitwirkung von ...g. C. W i e s e l s b e r g e r und Dipl.-Ing Dr. A. B e t z. I. Lieferung, 140 S. ...1 Abb. u. 2 Taf. Erschienen 1921, Neudruck 1923. II. Lieferung 80 S. mit ...hb. Erschienen 1923, München, R. Oldenbourg. Preis I. Lieferung Gm. 7, ...eferung Gm. 6.

[2]) L. P r a n d t l, Die neueren Fortschritte der flugtechnischen Strömungslehre Z. Bd. 65 (1921) S. 959.

wo A den Auftrieb, W den Widerstand, q den Staudruck ($= \frac{\varrho}{2} v^2$, ϱ = Luftdichte, v = Geschwindigkeit) und F die Flügelprojektion bedeuten. Man erkennt z. B., daß der größte Auftrieb, den der Flügel aufnehmen kann, gleich dem 1,3fachen Staudruck mal der Flügelfläche F ist.

Der Druck ist natürlich nicht gleichförmig über das Profil verteilt, vielmehr wird der Flügel stärker auf der Oberseite hochgesaugt als auf der Unterseite gedrückt. Die in der II. Lieferung mitgeteilten Druckmessungen zeigen deutlich, daß die Auftriebkräfte im wesentlichen sehr weit vorne (nahe der Vorderkante) ihren Sitz haben, und daß dort Unterdrücke vorkommen, die zwei- bis dreimal größer sind als der Staudruck. Die Gefahr der damit verbundenen Übergeschwindigkeiten, die Kavitation hervorrufen, ist den Wasserturbinen- und Schiffschrauben-Konstrukteuren bekannt.

Die in Abb. 2 eingezeichnete durch den Nullpunkt gehende Kurve ist die Parabel des induzierten Widerstandes. Die Polare verläuft stets rechts davon; den nach Abzug des induzierten Widerstandes verbleibenden Rest nennt man den Profilwiderstand. Selbst wenn also die Luft völlig reibungsfrei wäre, brauchte man noch eine besonders bei höherem Auftrieb beträchtliche Kraft zum Fliegen.

Ist A der Auftrieb eines Flügels von der Spanweite b und q der Staudruck, so ist der kleinste Widerstand

$$W_{i\,\min} = \frac{A^2}{\pi\, q\, b^2}$$

Bemerkenswert ist dabei, daß nur die Spannweite und keine andre Abmessung des Flügels in Betracht kommt.

Die gestrichelte Kurve ist die Momentenlinie. Es interessiert ja nicht nur Größe und Richtung der Luftkräfte, sondern auch ihre Lage oder ihr Moment um eine bestimmte Achse, als welche fast stets die durch den vordersten Punkt der Flügelsehne gehende Parallele zur Vorderkante des Flügels gewählt wird. Dieses Moment ist

$$M = \frac{C_m}{100}\, q\, F\, t\,,$$

wobei t die Flügeltiefe ist.

Ein Profil eignet sich im allgemeinen um so besser, je weniger Profilwiderstand es hat und je größeren Auftrieb es erreichen kann. Dickere Profile haben etwas mehr Widerstand, sind aber in einem ziemlich großen Bereich der Anstellwinkel verwendbar. Hohen Auftrieb erreicht man durch starke Wölbung; doch sind C_a-Werte von 160 bis 180 die obere Grenze bei gewöhnlichen Profilen. Durch besondere Maßnahmen läßt sich allerdings der Auftrieb noch darüber hinaus steigern. In der II. Lieferung findet man z. B. zahlreiche Messungen an geschlitzten Flügeln nach Handley Page und Lachmann, die über 200 erreichen.

Entscheidend für die Bedeutung von Modellversuchen ist die Frage: wie verhält sich das Stück in Wirklichkeit; sind die Ergebnisse am kleinen Modell ohne weiteres ins Große übertragbar? Theorie sagt: es ist nicht nur geometrische Ähnlichkeit der Mo erforderlich, sondern auch die Geschwindigkeiten müssen je nach Zähigkeit und Dichte des strömenden Mittels verändert werden.

Ist d_1 irgend eine Abmessung des Gegenstandes, v_1 die Gesch digkeit im großen, ϱ_1 die Dichte, μ_1 die Zähigkeit und sind d_2, ϱ_2, μ_2 die entsprechenden Größen für das Modell und die Modellversuch verwandte Flüssigkeit, so ist für eine vollständige lichkeit der Strömungsbilder notwendig, daß

$$\frac{v_1\, d_1\, \varrho_1}{\mu_1} = \frac{v_2\, d_2\, \varrho_2}{\mu_2}$$

ist. Dieser Ausdruck heißt die Reynoldssche Zahl. Zwei Vers sind also streng genommen nur vergleichbar, wenn sie gleiche noldssche Zahlen haben. Glücklicherweise sind die Veränderungen Strombilder bei nicht zu großen Änderungen der Reynoldsschen meistens gering, in einigen Fällen hat man allerdings erheb Sprünge beobachtet.

Als ein Beispiel mögen die in Abb. 4 aufgetragenen Widers zahlen quer zur Achse angeblasener Zylinder gelten. Die A ist dabei die Reynoldssche Zahl (ν bedeutet μ/ϱ, die kinemat Zähigkeit). Man sieht, daß in gewissem Bereich der Widers beiwert ziemlich konstant ist, daß aber bei kleinen Reynoldss Zahlen der Widerstand sehr groß wird. Am rechten Rand fäll Linie stark ab, dort schlägt die bisher laminare Strömung in Nähe der Oberfläche in turbulente Strömung um. Weitere Äh keitsversuche an ebenen Flächen und an Tragflügeln sind in I. Lieferung enthalten.

Von andern Untersuchungen mögen noch Messungen an D deckern (II. Lieferung) genannt werden; diese ergaben eine Bestätigung der Theorie und einfache Umrechnungsformeln, w man von den Messungen an einfachen Flügeln auf die Eigensch eines Mehrdeckers schließen kann. Für den Eindecker hat schon vor einiger Zeit solche Umrechnungsformeln angegeben den Einfluß einer Veränderung des Verhältnisses: Spannweit Flügeltiefe (Seitenverhältnis) sehr genau erfassen. Diese Formeln in der I. Lieferung nachgeprüft. Die Rechnungen mögen zwar chem Ingenieur verwickelt scheinen; ihre physikalischen Grund sind aber einfach und anschaulich. Zeigen doch die Strömungs am Ende der II. Lieferung, daß die in der Rechnung ständig kommenden „abgehenden" Wirbel nicht nur mathematische Be sondern wirkliche und deutlich sichtbare Gebilde sind. [E 445]

Göttingen. Acker

Abb. 2 und 3. Flügelschnitt und zeichnerische Darstellung der Auftrieb- und Widerstandzahlen.

Abb. 4. Widerstandzahlen quer zur Achse angeblasener Zylinder

Stoffkunde.

Neuere Untersuchungen über die Druck-[illegible]stizität und Druckfestigkeit von Mauerwerk.

Wenn wichtige Bauwerke aus verschiedenartigen Tragwerken der[illegible]rrichtet werden, daß die Umfassungswände aus Mauerwerk, die [illegible]en und Stützen aus Eisenbeton oder Eisen bestehen, erscheint es [illegible]kmäßig, auf die verschiedene Elastizität der Bauteile Rück[illegible] zu nehmen, wie mannigfache Erscheinungen an derartigen Bau[illegible]en erkennen lassen. Weiterhin zeigen verschiedene Vorkommnisse [illegible]ndustriehallen und Brückenbauten, daß die bisherigen Feststellun[illegible] über die Widerstandfähigkeit von Mauerkörpern[1]) oft mißverstan[illegible] werden und der Ergänzung bedürfen.

Zu diesem Zwecke sind im Jahre 1922 in der Materialprüfungs[illegible]lt an der Technischen Hochschule Stuttgart vom Verfasser Ver[illegible] begonnen worden[2]). Sie erstreckten sich zunächst auf kleine [illegible]er, die mit vier verschiedenen Steinsorten (Steinfestigkeit $k_s = 90$ [illegible] 322 und 443 kg/cm²) und mit sechs verschiedenen Mörteln (zwei Kalk[illegible]el, zwei Zementkalkmörtel, zwei Zementmörtel; Würfelfestigkeit der [illegible]el $k_m = 3$ bis 105 kg/cm²) hergestellt worden sind. Aus den Fest[illegible]ngen über die Eigenschaften der Baustoffe ist hervorzuheben, daß [illegible] Dehnungszahl der gesamten Zusammendrückung bei sorgfältig her[illegible]lltem Kalkmörtel für die Belastung 0,8 bis 2,0 kg/cm² im Mittel rd. [illegible] betrug, bei weniger sorgfältiger Herstellung noch erheblich größer [illegible]el. Zementmörtel 1 : 3 mit 105 kg/cm² Würfelfestigkeit lieferte die [illegible]ungszahl der gesamten Zusammendrückung unter zulässiger An[illegible]gung zu rd. $^1/_{70\,000}$.

Wenn hiernach Mauerwerk mit geringer Nachgiebigkeit hergestellt [illegible]en soll, so kommt Kalkmörtel nicht in Betracht, was nicht immer [illegible]htet wird. Im Mauerwerk tritt der Einfluß der Nachgiebigkeit des [illegible]els wegen des Vorwiegens der Steinmassen weniger hervor, bleibt [illegible] doch bedeutend. Beispielsweise lieferten 3 Monate alte Pfeiler [illegible] Betonsteinen mit $k_s = 215$ kg/cm² bei Anstrengungen bis 4 kg/cm²

	Dehnungszahl der gesamten Verlängerungen	Dehnungszahl der federnden Verkürzungen
[illegible] Mörtel aus 1 Teil Kalk, 3 Teilen Sand zu	$^1/_{33200}$	$^1/_{61300}$
[illegible]0,5 Zement, 0,5 Kalk, 6 Sand . . . „	$^1/_{63700}$	$^1/_{113500}$
[illegible]1 Zement, 6 Sand . . . . „	$^1/_{88400}$	$^1/_{128300}$
[illegible]1 Zement, 2 Kalk, 8 Sand . . . . „	$^1/_{100300}$	$^1/_{137600}$
[illegible]1 Zement, 3 Sand . . . . „	$^1/_{151500}$	$^1/_{166400}$.

Werden sämtliche Versuche herangezogen, so ergibt sich, daß die [illegible]ungszahlen des Mauerwerks unter zulässigen Lasten bei Verwen[illegible] von Kalkmörtel bis zu rd. $^1/_{9000}$ betragen, mit Zementmörtel bis auf [illegible]000 heruntergehen.

Dazu ist besonders hervorzuheben, daß sich die Dehnungszahlen [illegible]edernden und der gesamten Verkürzungen bei Verwendung von Kalk[illegible]el verhältnismäßig viel mehr unterscheiden [illegible] bei Verwendung widerstandfähigerer Mörtel, [illegible]entlich gegenüber Mauerwerk mit Zement[illegible]el. Abb. 5 und 6 geben hierüber weitere Aus[illegible]t. Bemerkt sei ferner, daß sich die Dehnungs[illegible]en mit steigendem Alter verringern.

Alle bisher genannten Zahlen stammen von [illegible]uchen, bei denen Belastung und Entlastung [illegible] jede Belastungsstufe in der Regel dreimal [illegible]erholt wurden. Bei diesem Verfahren wer[illegible] zwar wesentlich tiefergehende Einblicke in [illegible] Verhalten von Mauerwerk gewonnen, als [illegible] in der sonst üblichen Weise nur einmalige [illegible]stung und Entlastung stattfindet. Immerhin [illegible] auch hier zu beachten, daß durch oftmalige [illegible]stung und Entlastung namentlich bei Verwen[illegible] von Kalkmörtel eine mehr oder minder er[illegible]che Zunahme der Formänderungen zu be[illegible]hten ist, wie bei späterer Gelegenheit näher [illegible]ert werden soll. Diese Verhältnisse sowie [illegible] Umstand, daß die Versuchskörper sorgfältiger [illegible]estellt wurden als Mauerwerk in Bauwerken, [illegible]n es geboten erscheinen, unter praktischen [illegible]ältnissen noch größere Dehnungszahlen ein[illegible]tzen, als sie bei den Versuchen gefunden [illegible]len.

Lehrreich sind sodann die Feststellungen über [illegible] Druckfestigkeit der Mauerpfeiler. Die Pfeiler, [illegible] denen die obengenannten Elastizitätszahlen [illegible]mmen, lieferten die Druckfestigkeit

[illegible]t Mörtel aus 1 Teil Kalk, 3 Teilen Sand zu	62	kg/cm²,
[illegible] Zement, 0,5 Kalk, 6 Sand zu	88	„ ,
[illegible] Zement, 6 Sand . . . . . . „	95	„ ,
[illegible] Zement, 2 Kalk, 8 Sand . . „	114	„ ,
[illegible] Zement, 3 Sand . . . . . „	150	„ .

[1]) Über die bis 1921 bekannt gewordenen Ver[illegible]e mit Mauerwerk vergl. Graf „Die Druckfestig[illegible] von Zementmörtel, Beton, Eisenbeton und Mauer[illegible]" S. 70 bis 78 und S. 83, ferner Mitteilungen der [illegible]schen Gesellschaft für Bauingenieurwesen 1921 [illegible] 73 und 74.

[2]) Ein ausführlicher Bericht über die bis jetzt [illegible]egenden Versuche findet sich in der Zeitschrift [illegible]on und Eisen" Bd. 23 1924, Heft 5 und 6 (als Sonder[illegible]k im Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn erschienen).

Abb. 5. Gesamte bleibende und federnde Zusammendrückungen in 3 Monate alten Pfeilern mit Kalkmörtel (1 Raumteil Kalk und 3 Raumteile Sand).

Abb. 6. Gesamte bleibende und federnde Zusammendrückungen von 3 Monate alten Pfeilern mit Zementmörtel (1 Raumteil Portlandzement und 3 Raumteile Sand).

Diese Zahlen gelten für Pfeiler mit 25 × 25 cm Querschnitt und rd. 65 cm Höhe. Bei der Übertragung der Ergebnisse auf praktische Verhältnisse ist zu berücksichtigen, daß die Größe der Mauerkörper, insbesondere die Höhe, von bedeutendem Einfluß auf die Mauerwerksfestigkeit ist. Diese Bedingung sowie die Beziehung zwischen Mauerwerkfestigkeit, Mörtelfestigkeit und Steinfestigkeit lassen sich in gewissen Grenzen gesetzmäßig darstellen, wie aus dem ausführlichen Versuchsbericht zu ersehen ist[3]).

Neben diesen Versuchen waren wiederholt die Einflüsse der Fugenhöhe zu verfolgen, die sich in früher festgestellten Grenzen geltend machten[4]). In neuerer Zeit gab u. a. der Einsturz eines großen Fabrikgebäudes Veranlassung, auf die große Bedeutung der Fugenhöhe hinzuweisen. Da es sich dabei um Pfeiler nach der Abb. 7 handelte (links Auflage für die Kranbahn, oben für das Dach), so mußte auch auf den Einfluß exzentrischer Belastung Rücksicht genommen werden, wie dieses Bild erkennen läßt. [M 564]

Stuttgart. Otto Graf.

[3]) Näheres siehe an den in Fußnote 2 bezeichneten Stellen, sowie „Beton und Eisen" Bd. 23 (1924) S. 204.

[4]) Vergl. die in Fußnote 1 bezeichnete Schrift S. 70 bis 72.

Abb. 7. Modell für die Mauer einer Fabrikhalle nach der Zerstörung durch eine Belastung, die an der oberen Fläche des Pfeilers angriff.

Fortschritte im Voltolverfahren.

Über die Herstellung des Voltols durch die Deutschen Voltolwerke, G. m. b. H., Freital-Potschappel, wurde bereits von Direktor Friedrich in dieser Zeitschrift eine Abhandlung veröffentlicht[5]). In der Ausarbeitung des Voltolverfahrens sind nun in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte erzielt worden, die gerade jetzt von allgemeinem Interesse sein dürften. Zu den neueren Fortschritten gehören zunächst die physikalisch-chemischen Aufklärungen des Voltolisiervorganges, wie sie von Eichwald und Vogel in der Zeitschrift für angewandte Chemie, Bd. 35 (1922) Nr. 74, veröffentlicht wurden. In diesen Arbeiten wurde die Voltolisierung von Ölsäure durchgeführt. Wie Eichwald zeigen konnte, wird bei der Voltolisierung aus den Ölsäuremolekülen durch Ionenstoß Wasserstoff abgeschleudert, der hoch reaktionsfähig ist und sich an die ungesättigten Gruppen andrer Ölsäuremoleküle unter Bildung von Stearinsäure anlagert. Die wasserstoffärmeren Ölsäure-Molekülreste schließen sich zu hochmolekularen und hochviskosen Polymerisationserzeugnissen, den eigentlichen Trägern der Voltoleigenschaften, zusammen. Die so gewonnene Erkenntnis des Voltolisierungsvorganges führte zu neuen Anwendungen, z. B. zu dem in DRP. Nr. 386 949 beschriebenen Verfahren zur Herstellung von Schmiermitteln aus Urteeren. Eichwald konnte zeigen[6]), daß bei Behandlung des stark ungesättigten Ur-

[5]) Z. Bd. 65 (1921) S. 1171.

[6]) Zeitschrift für angewandte Chemie Bd. 36 (1923) Nr. 78.

teers mit Glimmentladungen die aromatischen Bestandteile teilweise aliphatisiert werden.

Außer diesen das Voltolverfahren betreffenden Arbeiten wurden auch eingehende schmiertechnische Studien durchgeführt, die zu wesentlichen Verbesserungen der Voltolöle führten. Was die Lagerreibung anbetrifft, so konnte man sich bei der Herstellung der Voltolgleitöle die in den letzten Jahren gewonnenen Ergebnisse der Arbeiten über das Schmierproblem zunutze machen.

Abb. 8 und **9.** Reibkupplung der Jordan-Bremsgesellschaft.

a Zylindertrommel
b Kupplungsnabe
c rechtes Seitenschild
d Kupplungstrommel
e linkes Seitenschild
f Kolben
g Reibringe
h Zwischenringe
i Luftzuführungszylinder
k Stopfbüchse
l Luftzuführungskanal
m Stopfbüchsenhalter

Aus diesen Arbeiten geht hervor, daß ein ideales Lagerschmieröl neben der Forderung, daß es chemisch einwandfrei ist, eine flache Viskositätskurve haben muß, einen widerstandfähigen Schmierfilm bilden soll und ein gutes Benetzungsvermögen gegen Lagermetall und Welle aufweisen soll. Zeigt ein Öl diese Eigenschaft, so wird die Verwendung eines solchen Öles zu erheblichen Energieersparnissen führen, und die so gefürchteten Heißläufer werden ausgeschaltet. Die bereits erwähnten Arbeiten über die Lagerreibung, die in Deutschland durch den Kriegsschmieröl-Ausschuß (Duffing, von Dallwitz-Wegener und Vieweg), in England durch das Lubricant und Lubricating Committee (Archbuft, Hyde, Deely, Southcombe und Wells) veröffentlicht wurden, haben ergeben, daß ein Schmiermittel, das große Moleküle mit einer geringen chemischen Reaktionsfähigkeit enthält, den geforderten Eigenschaften gerecht wird. Da nun die Voltolgleitöle einesteils derartige Moleküle enthalten und sich anderseits durch ihre flache Viskositätskurve auszeichnen, so ergibt sich hieraus, daß man mit diesem Öl auch die erwünschte Energieersparnis und den Schutz gegen Heißläufer erreichen wird. Zahlreiche, in großen Betrieben durchgeführte praktische Versuche haben diese Ergebnisse bestätigt.

An die Schmierung von Explosionsmotoren werden nun erheblich höhere Ansprüche als an die Schmierung von Lagern gestellt. Eingehende Arbeiten hierüber haben zu dem Ergebnis geführt, daß ein ideales Explosionsmotorenöl folgende Bedingungen erfüllen soll:

1. Es muß restlos verbrennen;
2. es muß bei hoher Viskosität einen möglichst hohen Selbstentzündungspunkt haben, damit durch die Verdichtungswärme bei hohen Verdichtungen keine Frühzündungen auftreten;
3. es soll bei hohen Temperaturen eine möglichst hohe Viskosität haben, damit selbst bei den im Explosionsraum entstehenden hohen Temperaturen eine genügende Schmierwirkung gewährleistet wird;
4. es soll bei niedrigen Temperaturen eine möglichst niedrige Viskosität haben, damit bei dem Anlassen des Motors im Winter sowie bei den in hohen Luftschichten auftretenden niedrigen Temperaturen keine Störung beim Anlassen des Motors bzw. bei der Förderung des Öles durch die Ölleitungen auftreten können.

Die beiden letzten Forderungen lassen sich wieder in die der flachen Viskositätskurve zusammenfassen. Die großen Erfolge, die während des Krieges mit der Verwendung von Voltolölen an Stelle von Rizinusöl bei der Schmierung der Flugmotoren des Heeres und der Marine erzielt worden waren, ermutigten zu weiteren Arbeiten auf diesem Gebiete. So konnten vor kurzem für die Schmierung hoch beanspruchter Explosionsmotoren besonders geeignete Voltolöle hergestellt werden, bei denen einige Mängel der früheren Erzeugnisse restlos beseitigt wurden. Die Zeppelinwerft in Friedrichshafen hat nach langen Versuchen während der Amerikafahrt des ZR 3 Voltolöle in den Maybachmotoren verwendet.

An der Verbesserung des Verfahrens sowie an der Verbilligung der nach dem Verfahren hergestellten Erzeugnisse wird sowohl von den Ölwerken S t e r n - S o n n e b o r n, Akt.-Ges., Hamburg, als auch von der Firma S i e m e n s & H a l s k e, Akt.-Ges., Siemensstadt, eingehend gearbeitet. [N 777] Dr. V.

Maschinenteile.

Die Vorzüge des durchlaufenden Motors gegenüber dem Umkehrmotor.

Einem von Dr.-Ing. Franz J o r d a n im Oberschlesischen Bez verein des Vereines deutscher Ingenieure gehaltenen Vortrag entnel wir folgende Einzelheiten. Der elektrische Antrieb mit Umkehrm kommt häufig für Krane, Aufzüge usw. nicht mehr den Anforderu nach, die der Betrieb an ihn stellt. Motoren und Schalter werden durcl großen Kräfte beim schnellen Anla und Anhalten der in kurzer Folg und her bewegten Massen sehr starl anspurcht. Die Innehaltung grö Anlaßzeiten bis zu etwa 10 s ver sich nicht mit einem neuzeitlichen triebe. Für schnell aufeinander folg Umkehrbewegungen ist ein Uml motor grundsätzlich ungeeignet, da Anfahrmoment nicht mehr ausre Neben einer starken Erwärmung Motors treten auch im Kraftnetz u genehme Stromstöße und Spannun fälle auf, die wiederum das A moment des Motors ungünstig beein sen. Die Stromkosten, die das schleunigen und Wiederabbremsen Motormassen erfordert, gehen bei heutigen hohen Strompreisen in Tausende von Goldmark. Die Sch und Widerstände nehmen schon mittlere Motoren Abmessungen an, es im Führerhause von Kranen Baggern häufig an Platz fehlt. Lebensdauer der Kontakte ist bei großen Zahl der Schaltungen eben sehr klein. Bei mehr als 150 PS Leis müßte man die Leonard-Schaltung führen, die große Anlagekosten v sacht und einen schlechten Wirku grad hat.

Alle diese Mängel lassen sich vermeiden, wenn an die Stelle Umkehrmotors ein durchlaufender Motor mit leicht steuerbarer me nischer Reibkupplung und Bremse gesetzt wird. Der Motor wird einmal unbelastet angelassen und läuft bis auf längere Betriebspa in einer Richtung. Die einzelnen Arbeitsvorgänge werden nur d Reibkupplung und Bremse gesteuert. Statt des Einzelantriebes k Gruppenantrieb verwendet werden, der den Motor vollständiger nutzt. Die Schwungmassen des Motorankers bilden einen Kraftspei und können zum raschen Heben von Lasten, zum schnellen Anfa der Laufwinden usw. vorteilhaft verwandt werden. Die Anfahrk belasten nicht mehr unmittelbar den Motor und das Kraftnetz, so die hohen Stromspitzen fortfallen. Der durchlaufende Motor kan nach der Stromart ein gewöhnlicher Nebenschluß- oder ein Drehst motor sein.

Schwierigkeiten bei der Verwendung von durchlaufenden Mot bietet die Gestaltung der Reibkupplung. Man muß davon ausgehen, die Reibkupplung in Wirklichkeit eine mechanische Bremse ist. Gr lagen für eine regelbare und gleichmäßig arbeitende Reibkupplung gut geschmierte glatte Reibflächen, große schnell und leicht regel Schließkräfte, Vermeidung jeder Selbstsperrung und gute Wärm führung, um eine Verkohlung des benutzten Holzes zu verhüten. großer Bedeutung ist die Anzahl der Arbeitspiele, Art des Betri sowie die Größe der Massen, Arbeitzeit und Geschwindigkeit. Werkstoffe haben sich am besten Buchenholz auf Eisen erwiesen.

Eine vor einiger Zeit zum ersten Mal ausgeführte Reibkupp der J o r d a n - B r e m s g e s e l l s c h a f t in Berlin-Neukölln, die Muffendruck und ohne jedes Hebelwerk arbeitet, zeigen Abb. 8 u Auf der einen Welle sitzt eine Trommel mit einer größeren Zah ihren Umfang gleichmäßig verteilter Zylinder, die durch Kanäle einander verbunden sind. Durch zwei von der Nabe ausgehende K eintretende Druckluft drückt in jedem Zylinder einen von zwei luftdicht in entgegengesetzten Richtungen bewegenden Kolben g die auf der Trommel in Achsrichtung verschiebbaren, aber nicht baren Reibringe. Das durch den Druck des zweiten Kolbens erze Reibmoment wird auf der andern Kupplungshälfte ebenfalls durch ringe übertragen, die in einem Gehäuse nach Art der Lamellenk lung angeordnet sind. Um bei etwa eintretender Abnutzung die futter der Reibringe leicht auswechseln zu können, hat man den M des Gehäuses zweiteilig gestaltet und mit den Böden der Stirnw durch Schrauben verbunden.

Das Öl zum Schmieren der Reibflächen wird seitlich in das In der Trommel eingefüllt. Die Böden der Stirnwände haben a zahlreiche Kühlrippen, und die Reibringe werden von Öl durchflo Im Bedarfsfalle wird außerdem der Kupplung Öl zugeführt, das d Bohrungen im Außenmantel abfließt und durch einen Ölfang ei Rückkühler und von dort der Pumpe wieder zugeführt wird. Meh auf den Umfang der Reibringe verteilte Zugfedern, die sich in förmigen Angüssen der Trommeln gegen die Schleuderkraft abstü drücken die Kolben beim Auslassen der Druckluft selbsttätig zur Die Druckluft wird von der fest verlegten Rohrleitung über ein ku bewegliches Schlauchstück einer gegen Drehen gesicherten Muffe z

rt, die drehbar auf einem mit der Kupplungsnabe fest verbundenen rstück sitzt und wie eine Stopfbüchse durch Stulpen oder Packung edichtet ist.

Infolge der schnellen federnden Wirkung der Druckluft, die noch ch das Fehlen von schädlichen Massen erhöht wird, ist es möglich, Ein- und Ausrückzeiten bis auf $^1/_{20}$ s herabzudrücken. Die Abnutzung Ventile und elektrischen Schalter ist gering, da die Öl enthaltende ckluft selbsttätig schmiert und an den Kontakten Funkenbildung nt auftritt. In den Druckluftleitungen zur Kupplung und zur mechachen Bremse sind Druckluftschützen eingebaut, die den Durchlaß in enseitiger Abhängigkeit von der in den Zylindern herrschenden Luftssung steuern. (Mitteilungen des Oberschlesischen Bezirksvereins tscher Ingenieure 15. März 1924.) [M 355] Sd.

Meßgeräte.

erät zur Beobachtung umlaufender Teile in scheinbarer Ruhe.

Das nachstehend beschriebene Gerät dient dazu, Untersuchungen umlaufenden Teilen zu machen, die eine so hohe Umlaufzahl haben, das Auge ihnen nicht zu folgen vermag.

Die Abb. 10 läßt den Aufbau der Vorrichtung erkennen. Zur Darlung der Arbeitsweise ist ein Kugellager gewählt, dessen innerer fring auf der Achse des Motors *a* fest aufgepreßt ist, während der ere Laufring *b* entgegen der sonst üblichen Anordnung von Kugelrn frei beweglich ist. Das Stirnrad *c* verlangsamt die eingeleitete egung infolge der gewählten Übersetzung von 2 : 1 und überträgt sie ch die Achse *d* auf die mit einander gleichen Zähnezahlen versehenen er *e* und *f*. Daher dreht sich das Prisma *g* mit der halben Winkelchwindigkeit des inneren Laufringes des Kugellagers. Infolge der schen Wirkung des Prismas scheint alles, was das Auge beim chblicken sieht und was sich mit der doppelten Geschwindigkeit dt, in vollkommener Ruhe zu sein, ganz gleichgültig, ob es sich um nrige oder sehr hohe Umlaufzahlen, z. B. 10 000 Uml./min handelt. dem gewählten Beispiel des Kugellagers tritt nun aber folgende enerscheinung ein: durch die Zentrifugalkraft werden die in einen ig bekannter Art eingereihten Kugeln mit fortgerissen und führen nso wie der äußere Laufring eine Relativbewegung aus, die aber so ng ist, daß das Auge ohne weiteres beobachten kann, um wieviel d äußere Laufring den Kugeln in der Zeiteinheit vorauseilt.

Da es nun aber wissenswert ist, welches die absolute Geschwindigkt ist, mit der sich die Kugeln um die Achse des Motors drehen, so i eine Vorrichtung geschaffen, die gestattet, die Umlaufzahl des smas zu verändern dadurch, daß die Welle *d*, die bei *h* gelenkig gert ist, soweit nach unten bewegt wird, daß die Räder *e* und *f* aer Eingriff kommen; in diesem Augenblick wird das Prismengehäuse n der kegelförmigen Fläche *i* durch die Friktionsscheibe *k* gedreht ul auf diese Weise (je nach Stellung dieses durch Federwirkung immer egenden Antriebgliedes *k*) mit verschiedener Geschwindigkeit bevt, so daß die Umlaufzahl des Prismas jener der Kugeln genau anaßt werden kann.

Es ist also zu beachten, daß laufende Teile scheinbar zum Stilld gebracht werden, während beispielsweise der festgehaltene ellagerring *b* sich scheinbar dreht, ebenso wie die Kugeln einsließlich Kugelkäfig.

Der Eindruck für den Beobachter ist überraschend; gleichgültig, welcher Umlaufzahl sich der umlaufende Teil auch drehen mag, Bild wird vollständig stillstehen, wenn es durch das Prisma bechtet wird. Etwaige Unstimmigkeiten im Übersetzungsverhältnis beken höchstens kleine Schwankungen, die jedoch an der Tatsache nts ändern, daß Einzelheiten und Umrisse des jeweilig zur Verwendung kommenden Gegenstandes ohne das Vorsatzprisma überhaupt nicht zu erkennen wären.

Die Verwendungsmöglichkeiten der beschriebenen Vorrichtung sind sehr vielseitig; vor allem bei der Prüfung von Körpern, auf die Zentrifugalkräfte einwirken.

Das in Abb. 10 dargestellte Gerät dient lediglich zur Darstellung der Arbeitsweise für die Beobachtung kleiner Teile aus verhältnismäßig kurzer Entfernung; muß aus irgendwelchen Gründen der Abstand zwischen dem sich drehenden Prisma und dem Objekt groß sein, und wird die Forderung gestellt, kleinere Bewegungsvorgänge zu untersuchen, so kann unter Umständen die Benutzung eines Vorsatzfernrohres von Vorteil sein.

Soweit die bisherigen Anfragen erkennen lassen, wird die weitere Entwicklung des Gerätes dahin führen, daß nur der optische Teil, also das zu seiner Lagerung ausjustierte Prisma, mit Schnurscheibe und eigenem Antrieb durch einen innerhalb weiter Grenzen regelbaren Elektromotor als geschlossenes Ganzes hergestellt wird. Es ist dann nur nötig, mit Hilfe eines entsprechend ausgebildeten Gestelles die optische Achse des Prismas zu der mechanischen Achse des zu beobachtenden Maschinenteiles auszurichten.

Abb. 10. Gerät zur Beobachtung umlaufender Teile in scheinbarer Ruhe.

Die neue Vorrichtung dürfte für Laboratorien eine wertvolle Bereicherung bedeuten, z. B. zum Studium von Torsionsschwingungen an Maschinen aller Arten (Beobachtung der Luftschrauben von Flugzeugen und dgl.). Vielleicht läßt sich mit Hilfe der beschriebenen Einrichtung der Schlupf des Riemens zur umlaufenden Scheibe beobachten und messen.

Außerdem dürfte es möglich sein, Formänderungen und Verlagerungen einzelner Teile bei umlaufenden Maschinenelementen festzustellen, die in scheinbarer Ruhe beobachtet werden.

Eine praktische Anwendung von Bedeutung hat das Gerät in letzter Zeit durch Prof. Dr.-Ing. D. Thoma gefunden, und zwar zur Sichtbarmachung der Strömung in Turbinen. Zu diesem Zwecke wurde die Turbine mit wagerechter Welle eingebaut und ein Glasfenster zentrisch zur Welle angeordnet; zur Sichtbarmachung wurde Preßluft verwandt, die durch Kupferröhrchen an verschiedenen Stellen der Schaufeloberfläche oder des Laufradkanals eingeleitet wurde. Die Luft tritt durch feine Löcher aus und wird vom Wasser in Form von ganz kleinen Blasen mitgeführt. Bei Anwendung entsprechender Beleuchtungsvorrichtungen sind die Blasenstreifen und damit die Stromlinien gut erkennbar.

Das Gerät ist von der Firma Voigtländer & Sohn A.-G., Braunschweig, entworfen und wird von ihr geliefert. [M 719]

Braunschweig. Obering. K. Pritschow.

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. 7, Abteilung Sortiment, bezogen werden.

Steuerungen der Dampfmaschinen. Von Prof. Heinrich Dubbel. Auflage. Berlin 1923, Julius Springer. 390 S. mit 515 Abb. Preis eb. 10 *M*.

Das Buch hat sich seit 10 Jahren einen Platz errungen, von dem es swerlich mehr zu verdrängen sein wird. Als Nachschlagewerk und Lehrbuch genießt es einen gleich guten Ruf, dem auch die Neuauflage spricht. Der Verlag hat es, mit vorzüglichen Abbildungen ausgestet, der Fachwelt übergeben, die es als eine der besten Erscheinungen Büchermarktes begrüßen wird.

Demgegenüber erscheinen einige kleine Mängel und Wünsche für nächste Auflage zwar geringfügig, sollen jedoch angeführt werden. Leser würde es bei vielen Abbildungen, nicht nur bei älteren und enen Ausführungen gern sehen, wenn der erklärende Text in kleiner rift in Schlagworten unter dem Bilde stünde. Die Übersichtlichkeit de den Wert ebenso erhöhen, wie die Annehmlichkeit, daß der Nachlagende oder Lernende weniger zwischen Bild und Erklärung hin her blicken muß. Bei den Ventilen wäre Abb. 184 und die ähnlich struierten in der Ventilhöhe und in der Formgebung mehr den). 181, 186, 187, 356, 360 anzugleichen, denn die Erfahrungen mit en Ventilen und eckigen Körben sind ungünstig, und diese Abbildung t trotzdem leider oft als Schulbeispiel. Der Bearbeitung der Ventile und Schleifleisten ebenso wie den Passungen der federnden Dichtringe bei Kolbenschiebern wären einige vergrößerte Bilder in naturgetreuer Abbildung zu widmen. Die Erfahrungen werden zwar ängstlich geheim gehalten, müßten aber der Allgemeinheit zugänglich gemacht werden. Der kinematische Teil ist um die Abb. 259 bis 260 bereichert. Die sonst charakteristische Form der Beschleunigungskurve des Daumens, Abb. 259 (MAN), jedoch ist in Abb. 260 unrichtig. Zwischen Punkt 0,5 und 1 ist eine spitze Welle in der Kurve verloren gegangen. Die übliche Behandlung nach Punkten, die von der Geschwindigkeit ausgeht, führt zu großer Unterschätzung der Wirkung der Unstetigkeiten in der Krümmung der Daumenflanken. Endlich sei die Besprechung der Stumpfschen veränderlichen Schieberdeckung im Kapitel Umsteuerungen angeregt. [E 702] Dr. R. Doerfel, Pilsen.

Systematische Luftpropeller-Versuche. Von Dr.-Ing. K. Schaffran. Teil I. Berlin 1922, Verlag Reinhold Strauß. 23 S. m. 26 Abb. Teil II. Berlin 1923, Selbstverlag des Verfassers. 44 S. m. 77 Abb.

Die Erforschung günstiger Formen von Verkehrsmitteln kann dadurch oft sehr gefördert werden, daß die Erkenntnisse verschiedener Ingenieurzweige ausgetauscht werden. Man muß sich wundern, daß dieser Austausch von Erfahrungen in vielen Fällen auffallend spät geschieht. So war die günstigste Form für Körper, die sich im Wasser oder in der Luft bewegen, den torpedobauenden Firmen schon lange vor dem Luftschiffbau bekannt, und die Automobilindustrie macht sich diese Erkenntnisse erst in unserer Zeit zunutze.

Beim Entwurf von Luftschrauben hat man sich zunächst an die bei Schiffsschrauben gebräuchlichen Formen gehalten, hat dann aber besondere Formen ausgebildet und die an ihnen auftretenden Strömungsvorgänge, ausgehend von Flugzeugtragflächen, weitgehend erforscht, so daß heute die Erkenntnisse der Aerodynamiker auch auf anderen Gebieten, ganz abgesehen von den Schiffsschrauben, Wert gewinnen, so z. B. für den Bau von Wasserturbinen.

Trotz dieser Erkenntnisse sind Schraubenversuche noch nicht überflüssig geworden, und es ist besonders wichtig, wenn nachgewiesen wird, daß die Schraubenströmung tatsächlich von der Art des Medium so unabhängig ist, wie es die Theorie verlangt.

Der Verfasser zeigt im vorliegenden Werke zunächst an der Hand vorliegender Versuche mit Luftschraubenmodellen, daß es zulässig ist, Luftschraubenmodelle wie Schiffsschraubenmodelle im Wasser einer Schlepprinne zu untersuchen und berichtet dann im zweiten Teil über solche Versuche der Preußischen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau. Aus diesen Versuchen hat der Verfasser eine ganze Anzahl von Berechnungswerten bestimmt und diese in einer großen Anzahl kurvenreicher Tafeln zusammengestellt, denen der Konstrukteur wichtige Richtlinien für die Formgebung der Luftschrauben ohne weiteres entnehmen kann. [E 749]

Mathematische Physik. Von K. Hahn. Leipzig 1924, B. G. Teubner. 163 S. m. 46 Abb. Preis geb. Gm. 5,40.

Der frühere Leiter der Oberrealschule auf der Uhlenhorst, Grimsehl, ein Meister in der physikalischen Experimentierkunst, suchte vorwiegend durch das Experiment pädagogische Erfolge zu erzielen und hat ein Lehrbuch geschaffen, dessen Erfolge bekannt sind. Grimsehls Nachfolger, Dr. Hahn, wählt den Weg über die theoretische Physik und will die Mathematik und die Physik durch Verknüpfung gegenseitig beleben. Er wählt hierzu Abschnitte aus der theoretischen Physik, und zwar im I. Teil aus der Mechanik (Bewegung des Massenpunktes), im II. Anwendungen statistischer Verfahren auf die Mechanik und Wärmelehre (kinetische Theorie der Gase, mechanische Theorie der Wärme, Physik der Atmosphäre); im III. Abschnitt aus der Elektrizitäts- und Potentiallehre, und im IV. aus der Relativitätslehre. Die Darstellungsart ist klar und hervorragend für das Selbststudium geeignet. Es wäre zu wünschen, daß der Verfasser ähnliche Erfolge mit seinem Werk hätte wie Grimsehl. [E 742]

Vorlesungen über Eisenbeton. Von Dr.-Ing. E. Probst, ord. Professor an der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Zweite Auflage. Berlin 1923, Julius Springer. Band I. 630 S. m. 70 Abb. Preis geb. Gm. 24.

Beim Studium des Eisenbetonbaues ist ein tieferes Eindringen in seine Eigenschaften, Berechnung und Anwendung stets mit einer Kenntnis seiner wissenschaftlichen Versuchsforschung verbunden. Dies liegt darin begründet, daß der Eisenbeton kein gleichgefügtes, sondern ein Verbundmaterial aus zwei Stoffen, Eisen und Beton, ist, von denen sogar der Beton wieder aus mehreren Einzelstoffen zusammengesetzt ist.

Nicht mit Unrecht hört man manchmal über Mängel bei Eisenbeton klagen. Untersucht man aber die Ursachen, so wird man oft finden, daß diese Mängel hätten vermieden werden können, wenn ihre Urheber mit den Ergebnissen der wissenschaftlichen Forschung etwas mehr vertraut gewesen wären. Gern wird auch ein künstlicher Gegensatz zwischen Theorie und Praxis konstruiert, wobei Praxis häufig mit Routine verwechselt wird. Ein Ingenieur, der ein Jahrzehnt lang Eisenbetonbauten entworfen und ausgeführt und nicht mit dem Fortgang der wissenschaftlichen Forschung Schritt gehalten hat, kann über eine große konstruktive Gewandtheit verfügen, aber er wird Fehler machen, die ein jüngerer Ingenieur vermeiden kann, wenn er sein Augenmerk auf ein gründliches Studium der Versuchsforschung gerichtet hat.

Diesem Ziel hat der Verfasser in seinem zweibändigen Werk in vortrefflicher Weise gedient. In dem uns vorliegenden ersten Band werden die Grundlagen des Eisenbetons und seine statische Berechnung sowie Untersuchungen an durchlaufenden Eisenbetonträgern und -platten besprochen.

Auf die Eigenschaften und Grundlagen des Eisenbetonbaues wird ausführlich und erschöpfend in der ersten Hälfte des vorliegenden Bandes eingegangen. Alle für die Berechnung und Anwendung wichtigen Vorgänge werden übersichtlich, klar und deutlich besprochen und durch Einfügen entsprechender Versuchsergebnisse ergänzt.

Auch im zweiten Abschnitt „Grundlagen der statischen Berechnung" bilden die Versuchsergebnisse einen wertvollen Beweis für die Richtigkeit der Berechnung. Zahlreiche durchgerechnete Beispiele geben dem Anfänger eine wesentliche Erleichterung zur Anwendung der Be[rech]nung. Auch die graphischen Verfahren sind besprochen.

Im Schlußteil werden Richtlinien für den Zweck, die Anordn[ung,] Vornahme und Ausarbeitung der Versuche gegeben. Besonders neu [und] beachtenswert ist der Abschnitt über Untersuchungen an träger[losen] Pilz-Deckenkonstruktionen.

Im Anhang finden wir die Normen für die Lieferung der Bau[stoffe] und die amtlichen Bestimmungen.

Das Werk, das gegenüber der ersten Auflage wesentlich verbe[ssert] worden ist, dürfen wir mit zu den vorzüglichsten Büchern über [den] Eisenbetonbau rechnen.

Die Schreibweise des Verfassers ist klar und setzt den Leser in[stand,] sich die Theorie und Praxis des Eisenbetonbaues anzuei[gnen.] Die Ausstattung des Werkes ist in jeder Beziehung vortreffli[ch zu] nennen. Das Werk kann sowohl dem Studierendem als auch [dem] in der Praxis stehenden Ingenieur aufs beste empfohlen werden. In [dem] anschließenden zweiten Band, der bereits erschienen ist, wird in e[in] bewährter Weise das Anwendungsgebiet des Eisenbetons bespro[chen.]

[E 747] Dipl.-Ing. Mango

Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt und dem Kaiser Wil[helm-]Institut für Metallforschung zu Berlin-Dahlem. Einundvierzi[gster] Jahrgang: 1923. Erstes und zweites Heft. Berlin 1923, Julius Spri[nger.]

Neuerdings sind die Mitteilungen aus dem Staatlichen Mat[erial-]prüfungsamt zu Berlin-Dahlem mit denen des Kaiser Wilhelm-Insti[tuts] für Metallforschung vereinigt worden, das bis auf weiteres räu[mlich] und durch eine gemeinsame Leitung mit dem Amt verbunden w[orden] ist. Die Arbeiten des Kaiser Wilhelm-Institutes für Metallforsc[hung] sind in den beiden vorliegenden Heften in dem Abschnitt Abteilung [für] Metallographie veröffentlicht worden. [E 6...]

Das Gesetz des Kraftverlaufes beim Stoß. Von Dr.-Ing. F. Ber[...] Braunschweig 1924, Friedr. Vieweg & Sohn. 191 S. m. Abb. [...] Gm. 9, geb. Gm. 12.

Das Transportwesen in industriellen Betrieben. Von Dipl.-Ing. [...] Müller. Leipzig 1924, Dr. M. Jänecke. 211 S. m. Abb. [...] Gm. 4,65, geb. Gm. 5,80.

Eisenhüttenkunde. Von Prof. Dr.-Ing. M. v. Schwarz. Bd. 1: [...] Roheisen. Sammlung Göschen Nr. 152. Berlin u. Leipzig 1924, [Wal]ter de Gruyter & Co. 152 S. m. Abb. Preis Gm. 1,25.

AEG-Werkzeugnormen. Zusammengestellt u. herausgegeben von [der] Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, 1924. 1. Ausgabe, 4[...]

Zentralblatt für Gewerbehygiene und Unfallverhütung. (Neue F[olge.]) Herausgegeben i. A. d. Deutschen Gesellschaft für Gewerbehyg[iene.] Verlag Chemie G. m. b. H., Leipzig, Berlin. Bd. 1 Nr. 1, Juli [...] Monatschrift, Bezugspreis 2. Halbjahr 1924 Gm. 4,50, für Mitglieder [der] Deutschen Gesellschaft für Gewerbehygiene Gm. 3.

Führer-Auswahl und Verwendung in der deutschen Industrie. Von [...] Dr. med. Th. Kühn und Prof. Dr.-Ing. E. Sachsenberg. [Dres]den u. Leipzig 1924, Theodor Steinkopff. 20 S. Preis Gm. 0,80.

Bohren. Von J. Dinnebier. (Werkstattbücher Heft 15.) B[erlin] 1924, Julius Springer. 66 S. m. Abb. Preis Gm. 1,25.

Radiotechnik. Von Prof. J. Herrmann. Bd. I, Allgemeine [Ein]führung. Sammlung Göschen Nr. 888. Berlin u. Leipzig 1924, W[alter] de Gruyter & Co. 128 S. m. Abb. Preis Gm. 1,25.

Eislieg-Rundschau, Zeitschrift für Eisenbahnwesen der Eisenbahn-Li[...] gemeinschaft G. m. b. H. 1. Jg. H. 1. August 1924. Erschei[nt in] zwangloser Folge im Selbstverlag der Eislieg. Bezugspreis Gm. [...] je Heft.

Das Kartellaufsichtsgesetz. Verordnung gegen Mißbrauch wirtsc[haft]licher Machtstellungen vom 2. November 1923. Erläutert von D[r.] Friedländer. Berlin 1924, Späth & Linde. 286 S. Preis Gm. 6.

Das deutsche Erfinderrecht (Patent- und Musterschutzrecht). Von [Dr.] jur. A. Elster. Sammlung Göschen Nr. 891. Berlin u. Leipzig [...] Walter de Gruyter & Co. 118 S. Preis Gm. 1,25.

Anleitung zum Photographieren. Von Dr. G. Hauberrisser. 20[...] 22. Aufl. Leipzig, Ed. Liesegangs Verlag, M. Eger. 195 S. [...] Gm. 1,50.

Die Beziehungen zwischen Pflanze und Tier im Lichte der Che[mie.] Von Prof. T. Tschirch. (Biochemische Tagesfragen, Bd[...]) Stuttgart 1924, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m. b. H. [...] Preis Gm. 1,50.

Unser Werk. Festschrift zum 60jährigen Bestehen der Firma (...) Eickhoff, Maschinenfabrik, Bochum. Bochum, Juli 1924.

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES.

Amtsniederlegung des Direktors und Schriftleiters der Zeitschrift, Herrn Baurat D. Meyer.

Herr Direktor Baurat D. Meyer hat sich aus Gesundheitsrücksichten veranlaßt gefühlt, den Vorstand um Entbindung von seiner Tätigkeit als Direktor des Vereines deutscher Ingenieure und Schriftleiter der Zeitschrift zu ersuchen. Der Vorstand hat dieser Bitte stattgegeben und spricht Herrn D. Meyer auch an dieser Stelle seinen besonderen Dank für die Verdienste aus, die er sich während seiner mehr als dreißigjährigen Tätigkeit beim Verein deutscher Ingenieure um dessen tatkräftige Fö[rde]rung erworben hat.

Die reichen Erfahrungen und Kenntnisse, die Herr D. M[eyer] in seinem langjährigen Wirken gewonnen hat, werden dem [Ver]ein deutscher Ingenieure weiter nutzbar gemacht werden. [Herr] D. Meyer widmet auch fernerhin dem Verein und damit [der] Gemeinschaft aller Ingenieure seine Arbeitskraft als wis[sen]schaftlicher Berater.

Der Vorstand des Vereines deutscher Ingenieu[re.]

Schluß des Textteiles.

Für die Schriftleitung verantwortlich: C. Matschoß in Vertr. K. Meyer Berlin NW 7 Sommerstr. 4a. — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuths[tr.]

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

. 45 SONNABEND, 8. NOVEMBER 1924 BD. 68

INHALT:

Hydraulische Hochspeicherkraftwerke[1].

Von Oberingenieur A. Maas, Ravensburg.

Die verschiedenen Speichermöglichkeiten — Hydraulische Speicheranlagen — Hochspeicherkraftwerke — Überschlägige Größenbestimmung künstlicher Hochspeicher — Besprechung der Speicherkraftwerke Ueberlingen, Fridingen, Tübingen und Schwarzenbach.

Allgemeines.

ei der hohen Bedeutung, die dem Ausbau von Wasserkraftanlagen volkswirtschaftlich unbestreitbar zukommt, gilt als anzustrebendes Ziel die technische Forderung: Ausg und Verwertung aller verfügbaren Rohenergie. Es wäre erfehlt, diese Rohenergie restlos ausnutzen zu wollen, wenn asserbauten und maschinellen Einrichtungen so hohe Kosten sachen, daß der ielle Erfolg dain Frage gewird. Energiehaftliche For und finan Erfolg müsbedingt in Einstehen. chwert werden Untersuchungen die Rentabilität Wasserkraftanadurch, daß die bare Rohenerarken Schwann unterworfen Eine gewisse keit in diesen derungen läßt allerdings fest, und es ist ingt notwendig, Ausbau von serkraftanlagen er volle Klaru schaffen, da o ein richtiges ltnis der verren Energie jeweiligen Ben Nutzenergie gefunden werden kann. Je mehr die verfügEnergie die verbrauchte Energie überschreitet, um so größer Abfallenergie, um so unwirtschaftlicher arbeitet die Kraft. Bleibt die Wasserkraft einen großen Teil des Jahres genutzt, dann ergibt sich ein schlechter energiewirtschaft Wirkungsgrad, und es müssen Vorkehrungen getroffen werie eine Aufspeicherung der überschüssigen Energie gestatten deren Verwertung bei Bedarf ermöglichen.

Maschinenanlage des Speicherkraftwerks Fridingen, Turbinenseite (S. 1166).

Diesem Zweck dienen die hydraulischen Speicherkraftwerke, auch Akkumulierungsanlagen genannt. Bevor auf diese selbst näher eingegangen wird, soll eine kurze Übersicht über

die verschiedenen Speichermöglichkeiten

gegeben werden.

Bei fast allen Kraftanlagen spielt das Schwungrad zur Speicherung mechanischer Energie eine wichtige Rolle. Sie ist jedoch von geringem Umfange; denn es wird eine Ausgleich- bzw. Spitzenleistung nur für einige Sekunden geschaffen. Man ist dann bei Walzwerken einen Schritt weitergegangen; man hat das Illgner-Schwungrad von der Antriebmaschine getrennt und ist dadurch in der Lage, einen Ausgleich der Spitzenenergie für vielleicht einige Minuten zu schaffen.

In neuerer Zeit hat man sich mit größtem Interesse und guten Erfolgen der Wärmespeicherung zugewendet. Es sind hier insbesondere die Arbeiten des schwedischen Ingenieurs Dr.-Ing. Ruths[2]) zu erwähnen, Abb. 1. Wie aus dem Belastungsdiagramm, Abb. 2, ersichtlich, ist die erzielbare Speicherung bei Wiederverwendung als Wärmeenergie außerordentlich beachtenswert, doch dürfte sie zur Wiedererzeugung von elektrischer Energie, die aus Wasserkraft gewonnen wird, wohl kaum in Frage kommen. Bei der Umwandlung verfügbarer elektrischer Energie aus Wasserkraftanlagen in Wärme über den Elektrokessel mit Speicherung im Ruths-Kessel wird die aus dem Dampf wieder erzeugbare mechanische Energie nur etwa 12, höchstens 15 vH des Wärmeinhalts betragen, so daß die Speicherung elek-

[1]) Nach einem im Bodensee-Bezirksverein des Vereines deutscher Ingegehaltenen Vortrag.

[2]) s. Z. Bd. 66 (1922) S. 537 u. f.

trischer Energie im Ruths-Wärmespeicher in der Hauptsache nur für unmittelbare Wärmeabgabe Verwendung finden dürfte.

Ein neues thermisches Energiespeicherverfahren schlägt Dr. Marguerre[1]) vor. Es besteht darin, daß zwischen zwei Behälter verschiedenen Druckes abwechselnd eine Wärmepumpe, die von der Überschußenergie angetrieben wird, und eine Kraftmaschine, die die Spitzendeckung übernimmt, geschaltet wird. Durch diesen sich regelmäßig wiederholenden Vorgang, bei dem keine Wärme erzeugt und in das Kondensat abgeführt, sondern nur die Temperaturveränderung des Wärmeträgers ausgenutzt wird, läßt sich ein höherer Wirkungsgrad als bei andern thermischen Speicheranlagen erreichen. Es scheinen jedoch der Ausführung dieses Speicherverfahrens technische und wirtschaftliche Bedenken entgegenzustehen, und es ist daher auch nicht möglich, sich schon jetzt ein abschließendes Urteil über die Höhe des Gesamtwirkungsgrades solcher Speicheranlagen zu bilden.

Die Speicherung elektrischer Energie in Akkumulatoren, Abb. 3 und 4, verlangt verhältnismäßig große Batterien, und die elektrische Energie kann nur in Form von Gleichstrom aufgespeichert werden. Der Wirkungsgrad ist zwar günstiger, doch ist eine wirtschaftliche Speicherung auf längere Dauer unmöglich, da die Leistung einer geladenen Batterie, wenn keine Energieentnahme stattfindet, ständig sinkt. Für Überlandnetze mit großen Fernleitungen spielt die elektrische Speicherung schon deshalb keine große Rolle, weil der Wirkungsgrad bei der mehrfachen Umformung sehr gering ausfällt.

Hydraulische Speicherung.

Die wichtigste und bedeutendste Speichermöglichkeit liegt deshalb auf hydro-elektrischem Gebiet. Die Speicherung ist hier unabhängig von der Spannung und der Art des elektrischen Stromes.

Die hydraulischen Speicherkraftwerke lassen sich gliedern:

1) nach den örtlichen Gefällverhältnissen in
   a) Niederdruckspeicher in Flüssen, Kanälen, durch diese selbst oder durch Vorspeicher geschaffen, ferner Ebbe- und Flutanlagen;
   b) Mittel- und Hochdruckspeicher, durch Talsperren[…] werke, Hochseen und künstliche Speicherbecken g[…] zeichnet;
2) nach der Speicherfähigkeit in
   a) Tages- und Wochenspeicher mit natürlichem und [...] lichem Zufluß;
   b) Monats- und Jahresspeicher, die in den Talsperr[…] aus hochgelegenen Seen gespeisten Kraftanlagen [...] dung finden;
3) nach der Art der Speicherung
   a) durch natürlichen Wasserzufluß;
   b) durch natürlichen und künstlichen Wasserzufluß
   c) durch ausschließlich künstlichen Wasserzufluß.

Die Nieder- und Mitteldruckspeicher sollen in der [...] sache die zu den Stunden des größten Kraftbedarfs notw[…] Spitzenenergie decken. Da die Gefällhöhe hierbei verh[…] mäßig klein ist, muß eine ziemlich große sekundliche W[…] menge den Kraftwerken zugeführt werden, eine Bedingu[…] nur erfüllt werden kann, wenn die natürliche Voraussetzu[…] die wirtschaftliche Anlage von Speichern großen Inhalts g[…] ist. Derartig güntige Geländeverhältnisse finden sich i[…] Natur leider nur vereinzelt. Sehr oft verursachen ungünsti[…] logische Verhältnisse in bezug auf Durchlässigkeit und [...] festigkeit des Bodens einen großen Kostenaufwand der [...] Kunstbauten.

Hochdruckspeicher.

Man hat sich deshalb in neuerer Zeit neben den N[…] und Mitteldruckspeichern der sogenannten Hochdruckspeic[…] dient, Abb. 5 und 6. Das Wesen dieser Speicher besteht [...] daß aus einem Fluß- oder Seengebiet insbesondere die dor[…] für Kraftzwecke benutzten Wassermengen durch Pumpena[…] in hochgelegene natürliche oder auch künstliche Becken g[…] und sodann die dort gesammelten Wassermengen je nach [...] wieder den Kraftwerken zugeführt werden. Da durch die [...] lage des Speichers verhältnismäßig große Gefällhöhen zu[…] fügung stehen, so bedarf es anderseits nur geringer A[…] mengen und daher nur eines kleineren Speicherinhalts, u[…] hältnismäßig große Kraftleistungen zu erzielen. Die Arb[…]

[1]) s. Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke Bd. 23 (1924) S. 27.

Abb. 1 bis 6. Schematische Darstellung verschiedener Speichermöglichkeiten.

[ge]leistet werden muß, um das Wasser aus dem Tal hochzupum[pen], wird wirtschaftlich durch die Umwandlung des geringer zu [b]ewertenden Nacht- und Überschußstromes in wertvollen Tages[stro]m als Zusatz- und Spitzenenergie.

Durch die mehrmalige Umwandlung der ursprünglichen [Kra]ft der Niederdruckanlage in der Pumpe und der Hochdruck[tur]bine, ferner durch die Reibung in der Rohrleitung tritt ein [Ene]rgieverlust ein, so daß die zurückgewonnene Zusatzkraft nur [ei]n Teil der zum Antrieb der Pumpen verwendeten Überschuß[kra]ft sein kann. Bei Verwendung elektrischer Energie zu Pump[zwe]cken tritt hierzu noch der Verlust im Motor und Strom[erz]euger. Der Gesamtwirkungsgrad der Pumpenspeicherung [ric]htet sich also nach der Antriebart und dem Gütegrad der [Ma]schinen sowie nach der Länge und dem Durchmesser der [Roh]rleitung. Er beträgt bei Vollast im Mittel 50 bis 60 vH und [ge]ht in günstigen Fällen noch darüber hinaus.

Wie das Belastungsdiagramm, Abb. 6, zeigt, ist es bei rich[tige]r Bemessung der hydraulischen Hochspeicherkraftwerke mög[lic]h, die Niederdruckanlagen stets mit gleicher Grundbelastung [wä]hrend der ganzen Betriebzeit durchlaufen zu lassen. Daraus [erg]ibt sich geringste Abnutzung der Regulierteile der Turbinen [un]d Regler, wie auch des gesamten maschinellen Teils der An[lag]e, Schonung der Kanalböschungen und Dämme durch stets [gle]chbleibenden Wasserstand und Vermeidung von Unterspülun[ge]n und Auswaschungen bei Leerschüssen, da sie normalerweise [wä]hrend der ganzen Betriebzeit nicht in Tätigkeit treten. [And]ernfalls können unter Umständen für Wasserkraftanlagen [mit] stark schwankender Belastung und langen Kanälen große [Sch]wierigkeiten auftreten, was jedoch nicht der Fall ist, wenn [di]e Niederdruckanlage mit einem hydraulischen Speicherkraft[wer]k zusammenarbeitet.

Speicherinhalt.

In Abb. 7 ist schematisch die Speicherung veranschaulicht, [wie] sie sich während einer Woche gestaltet, und zwar gibt die [ges]trichelte Linie die Auffüllung und Entleerung des Beckens bei [Ta]gesspeicherung und darüber hinaus die tägliche Auffüllung [un]d Entnahme bei Wochenspeicherung an. Man erkennt deut[lic]h den Einfluß der Wochenspeicherung an den oberen schraf[fi]erten Spitzen, die die zusätzlichen Entnahmemengen bedeuten. [Da]runter ist wiederum ein Belastungsdiagramm, Abb. 8, ge[zei]chnet. Die obere, strichpunktierte Linie stellt die mittlere ab[geg]ebene Tagesleistung dar. Der untere, stark ausgezogene und [sch]raffierte Strich zeigt die mittlere Pumpenleistung N_p in 14 h [an] und die darüberliegende gestrichelte Linie die sich daraus [erg]ebende mittlere Turbinenleistung N_t in 10 h bei Tagesspeiche[ru]ng. Die gleiche Eintragung ist dann noch für die mittlere Tur[bi]nenleistung N_t während 10 h bei Wochenspeicherung gemacht [(ob]ere gestrichelte Linie). Man ersieht auch hieraus den Unter[sch]ied zwischen Tages- und Wochenspeicher.

In Erläuterung zu Abb. 7 und 8 ist eine überschlägige Be[rec]hnung des Speicherinhaltes bei Tages- und Wochenspeicherung [du]rchgeführt, unter Annahme eines 10stündigen Werkbetriebes [un]d eines Pumpenbetriebes in der voll zur Verfügung stehenden [Fr]eizeit. Der zuletzt eingetragene Wert gibt den ungefähren [Grö]ßeninhalt von künstlichen Speicherbecken bei Wochenspeiche[run]g wieder, wie er auf Grund von Erfahrungen und Wirtschaft[lic]hkeitsrechnungen gefunden wurde und da brauchbare Werte [lie]fert, wo die Anlage von Speicherbecken große Kunstbauten [un]d kostspielige Erdbewegungen erfordert. Sind jedoch die Vor[bed]ingungen für die Herstellung von Speicherbecken günstig und [kön]nen die Anlagekosten verhältnismäßig niedrig gehalten werden, [so] ist der Beckeninhalt gegebenenfalls für volle Wochenspeiche[run]g zu bemessen.

Bei Talsperrenkraftwerken wird man danach trachten, durch [Er]richtung von Sperrmauern Speicherinhalte zu schaffen, die [unt]er Umständen sogar imstande sind, die gesamte Jahreszufluß[me]nge aufzunehmen, und dann den Betrieb für Jahresspeicherung [einzu]richten.

Darstellung von Speicherkraftanlagen.

Anlagen mit künstlicher hydraulischer Speicherung sind im [let]zten Jahrzehnt wiederholt geplant worden, zur Verwirklichung [sin]d leider nur verhältnismäßig wenige gekommen. Gerade in [Sü]ddeutschland ist man bahnbrechend auf diesem Gebiete vorge[gan]gen, und die nach dem Krieg errichteten Speicherkraftwerke [H]erlingen, Fridingen und Tübingen stellen u. a. [bea]chtenswerte Lösungen dieser Aufgabe dar. Das bei weitem [grö]ßte und in seiner Ausführung einzigartige Speicherkraftwerk [hie]r ist das Schwarzenbachwerk, das in Nr. 46 behan[del]t werden soll.

Neuerdings ist auch geplant, das große Walchenseekraft[we]rk für künstliche Speicherung auszubauen. Die Durchführung

Abb. 7 und **8.** Tages- und Wochenspeicherung, ungefährer Speicherinhalt.

Ausgangspunkt:

Mittlere Pumpenleistung, berechnet aus der mittleren Jahresleistung und den Belastungsdiagrammen,

$$N_p = \frac{1000\, H\, Q}{75\, \eta_1\, \eta_2} \text{ oder } Q \approx \frac{N_p}{17\, H}.$$

H Man. Förderhöhe in m $\qquad Q$ Fördermenge in m³/s
$\eta_1 \approx 0{,}80$ Wirkungsgrad der Pumpe
$\eta_2 \approx 0{,}97$ Wirkungsgrad der Rohrleitung (Pumpenbetrieb).

I. Tagesspeicher:

Annahme: 14 h Kraftaufnahme am Werktag (Pumpenbetrieb)
10 h Kraftabgabe am Werktag (Turbinenbetrieb).

Gespeicherte Wassermenge gleich Inhalt des Tagesspeicherbeckens

$$J_{\text{Werktag}} = \frac{N_p \cdot 14 \cdot 3600}{17\, H} \approx \frac{3000\, N_p}{H}$$

Kraftabgabe der Speicherturbine

$$N_t = N_p \frac{14}{10} \eta_3\, \eta_4 \approx 1{,}08\, N_p\, .$$

$\eta_3 = 0{,}82$ Wirkungsgrad der Turbine,
$\eta_4 = 0{,}94$ Wirkungsgrad der Rohrleitung (Turbinenbetrieb)

II. Wochenspeicher:

Annahme: 14 h Kraftaufnahme am Werktag } Pumpenbetrieb
22 h Kraftaufnahme am Feiertag }
10 h Kraftabgabe am Werktag (Turbinenbetrieb.

$$J_{\text{Feiertag}} \approx \frac{N_p \cdot 22 \cdot 3600}{17\, H} \approx \frac{4500\, N_p}{H}.$$

Inhalt des Wochenspeicherbeckens

$$J_{\text{Wochen}} \approx \frac{3000\, N_p}{H} + \frac{4500\, N_p}{H} \approx \frac{7500\, N_p}{H}.$$

$$\text{Wochenspeicherung} = \underbrace{\text{Werktag-speicherung}} + \underbrace{\text{Feiertag-speicherung}}$$

Die an jedem Werktage zur Verfügung stehende Zusatzwassermenge aus der Feiertagspeicherung

$$= \tfrac{1}{6} J_{\text{Feiertag}} = \frac{750\, N_p}{H}.$$

Somit verfügbare Wassermenge für die Speicherturbine am Werktag

$$\frac{3000\, N_p}{H} + \frac{750\, N_p}{H} = \frac{3750\, N_p}{H} = 1{,}25\, J_{\text{Werktag}}.$$

Damit erhöht sich die Kraftabgabe der Speicherturbine bei 10stündigem Betrieb ebenfalls auf das 1,25 fache, d. h. um 25 vH.

Gleichzeitig vergrößert sich der Speicherbeckeninhalt von $\frac{3000\, N_p}{H}$ auf $\frac{7500\, N_p}{H}$ auf das 2,5 fache, d. h. um 150 vH.

Die Erhöhung der täglichen Zusatzleistung um je 1 vH aus der Feiertagspeicherung bedingt eine Vergrößerung des Speicherraumes um je 6 vH.

Die Wirtschaftlichkeit vollständiger Feiertagspeicherung ist nur bei günstigen Verhältnissen gegeben.

Die wirtschaftliche Größe der künstlichen Speicherbecken liegt erfahrungsgemäß meistens bei $J >$ rd. $\frac{4000\, N_p}{H}$

dieser Aufgabe ist sowohl für das Bayernwerk als auch für das Land Bayern selbst von größter wirtschaftlicher Bedeutung, da erst dadurch die großen Wasserkräfte Bayerns für die Energiewirtschaft restlos freigemacht werden können.

Die im Städtischen Elektrizitätswerk der Stadtgemeinde

Überlingen

seit Jahrzehnten im Betriebe befindlichen Sauggasmotoren genügten nicht mehr im entferntesten den heutigen Ansprüchen an den Energiebedarf, und die Stadtverwaltung entschloß sich deshalb, die Gasmaschinen durch Wasserturbinen zu ersetzen und zur Erhöhung der Grundbelastung und Deckung der Spitzen e Stausee zu schaffen, in den zur Nachtzeit, gegebenenfalls Hilfe von Fremdstrom, eine Turbopumpe Wasser aus dem Bo see fördert, Abb. 9 und 10. Die Vorentwürfe stammen von Dr. Rehbock in Karlsruhe, die Planbearbeitung lag in Händen der Firma Fritz Bauer in Stuttgart, der auch die oberleitung übertragen wurde.

Das Wasser wird 5 km nördlich von Überlingen von Einlaufbecken gefaßt und mittels einer 2,1 km langen Betonleit von 600 mm Dmr. und eines 380 m langen Stollens dem Sta zugeführt, Abb. 11. Besondere Meßvorrichtungen im Einl becken und am Auslauf in den Stausee ste die Zuflußmengen fest. Der Stausee 1,5 Mill. m³ nutzbaren Inhalt und ist imsta fast 40 vH des gesamten mittleren Jah zuflusses aufzunehmen. Das Becken liegt 110 m über dem mittleren Bodenseespiegel vermag bei voller Füllung Kraftwasser 280 000 kWh aufzuspeichern und zur jederz gen Verwendung bereit zu halten.

Abb. 11. Längenprofil des Speicherkraftwerks Überlingen.

Abb. 9 und **10.** Speicherkraftwerk Überlingen.

a Freistrahlturbine. *b* Francisspiralturbine. *c* Geschwindigkeitsregler. *d* Turbopumpe. *g* Unterwasserkanal. *e* Druckregler. *f* Stromerzeuger.

Das Wasser wird dem Stausee durch ein Entnah bauwerk mit Schieberturm und Absperrhaus entn men. Im Schieberturm sind die Einlaufschieber ein Schwimmerpegel zum Aufzeichnen der Was stände eingebaut. In den Wänden des Turmes vier Überläufe zum Ableiten des Hochwassers bei fülltem Becken ausgeführt. Das Überlaufwasser langt in einem Rohrkanal durch den Staudamm dem Abflußkanal. Im Absperrhaus am Fuße Dammböschung liegt, in der Rohrleitung eingeb eine selbsttätige Drosselklappe. Die Druckleitu vom Stausee nach dem Kraftwerk ist rd. 2350 m lang in Strecken von 800, 700 und 600 mm l. W. eingeteilt. hat 22 Knickpunkte, die durch Betonklötze veranl sind. Ein 35 m langer stollenförmiger Unterkanal fü das Betriebswasser in den Überlinger Hafen. Schon diesen Angaben ist ersichtlich, welche Entfernun unter Umständen notwendig sind, um eine zweckmäß den hydraulischen und örtlichen Verhältnissen R nung tragende Wasserkraftanlage herzustellen.

Eine Tieferlegung des alten Maschinenhausf zum Erzielen günstiger Saughöhen für Turbine Pumpe war nicht angängig, ohne das Gebäude d Sprengung der schweren Fundamente zu gefährden. Einbuße an Gefälle bei der aufgestellten Francisspi turbine tritt jedoch nur selten ein und ist durch die ordnung eines Überlaufbeckens, in das das Saug eintaucht, nur bei dem tiefsten Stand des Boden spiegels möglich. Bei der Freistrahlturbine mußte gegen ein etwas größerer Gefällverlust in Kauf gen men werden, der aber bei der verhältnismäßig klei Leistung nicht so sehr in Betracht kommen dürfte, die schwierigen Sprengungen an den Fundamenten die Tiefersetzung der Turbine gerechtfertigt erschei zu lassen. Die Pumpe dagegen wird tiefer als der ob Maschinenhausflur aufgestellt, da an dieser Stelle früheren Fundamente der Gasmaschinen nicht mehr v handen sind und der Flur des Untergeschosses hie besonders geeignet erscheint. Es ist also unter a Umständen sowohl bei der Francisturbine als auch

Abb. 12 bis 14.

Speicherkraftwerk Fridingen.

a Hochdruckpumpe.
b Stromerzeuger.
c Riemenantrieb von der Francisturbine.
d Hochdruckturbine.
e Niederdruckturbine

Turbopumpe Vorsorge getroffen, daß die Saughöhe über das ässige Maß nicht hinausgeht.

Die von der Firma Escher, Wyß & Cie., Ravensburg, ieferte Francisspiralturbine leistet bei 93 m Gefälle 600 PS und ft mit 1000 Uml./min. Das Laufrad der Turbine aus Phosphor-nze ist fliegend angeordnet. Die Schaufeln der Leitvorrich-g bestehen aus Stahlguß und sind für Außenregelung gebaut. i der hohen Umlaufzahl und der durch das schwere Schwung-l und den Axialschub hervorgerufenen großen spezifischen Be-tung sind beide Hauptlager für Wasserkühlung eingerichtet. e hohe Umfangsgeschwindigkeit des Schwungrades mit normal m/s, die sich bei der Durchbrenndrehzahl bis zu 135 m/s igern kann, macht eine besondere Ausführung des Schwung-les erforderlich. Für die Nabe ist bester Siemens-Martin-Stahl-ß verwendet, während der aufgezogene Kranz aus gewalztem ktrostahl besteht. Mit der selbsttätigen Regelung der Tur-e ist zwangläufig ein Druckregler verbunden. Zum Antrieb Stromerzeugerwelle dient eine Scheibenkupplung mit Zwischen-g. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, daß zur Verbesserung Leistungsfaktors bei längerem Stillstand der Turbine der omerzeuger als Synchronmotor (Phasenschieber) laufen kann, nn der Zwischenring aus der Kupplung entfernt ist. Aber auch für kürzere Betriebspausen kann man den großen Maschinensatz als Synchronmotor heranziehen, ohne den Betrieb unterbrechen und die Kupplung lösen zu müssen. Man braucht nur das Turbinenabsperrorgan zu schließen, und das belüftete Laufrad der Turbine läuft dann unter Zugabe von Spritzwasser leer mit.

Die ebenfalls von Escher, Wyß & Cie. gebaute Freistrahlturbine hat bei 87 m Gefälle 200 PS Leistung und macht 750 Uml./min. Der aus der Drehzahl sich ergebende kleine Laufraddurchmesser erfordert das Gießen des Laufrades in einem Stück. Als Werkstoff ist zäher Spezialguß benutzt. Das Wasser wird dem Laufrad durch zwei regelbare Nadeldüsen zugeführt. Beide Nadeln sind zwangläufig mit dem selbsttätigen Geschwindigkeitsregler und außerdem mit der Druckregelung verbunden. Das Schwungrad aus Stahlguß ist einteilig. Die Dynamowelle wird durch eine elastische Kupplung angetrieben.

Außer diesen beiden Maschinensätzen wird noch eine Turbopumpe für Speicherzwecke aufgestellt. Bei 112 m manometrischer Förderhöhe und 310 l/s Fördermenge ergibt sich ein Kraftbedarf von 580 PS. Die Drehzahl beträgt 1000 Uml./min. Die zweistufige Turbopumpe wird unmittelbar in die Turbinenrohrleitung fördern. Bei der Ausführung dieser Pumpe wird besondere Rücksicht auf die Eigenart der vorliegenden Verhältnisse genommen. Lauf- und Leiträder bestehen aus Bronze. Als Absperrorgane dienen EWC-Kugelschieber[1]), die in vorliegendem Falle für Handantrieb eingerichtet sind.

Ein ausgesprochenes Speicherwerk mit rein künstlicher Speicherung stellt die Kraftanlage

Fridingen

des Gemeindeverbandes Elektrische Überlandzentrale für den Bezirk Tuttlingen in Wurmlingen dar, Abb. 12 bis 14. Die vor dem Kriege gebaute kleine Turbinenanlage, die das Gefälle der Bära bei Fridingen ausnutzt, genügte schon längst nicht mehr den Anforderungen, und man war deshalb gezwungen, Lauffenburger Zusatzstrom zu beziehen. Der vorteilhafte Bezug von Nachtstrom aus diesem Wasserkraftwerk und dessen sicherer Absatz als hochwertiger Spitzenstrom einerseits sowie die für die Errichtung eines Speicherbeckens besonders günstigen Vorbedingungen anderseits gaben den Anstoß für den beschleunigten Ausbau des Werkes, das nach dem Entwurf von Architekt K i m m i c h , Stuttgart, von der Baufirma B a r e s e l , Stuttgart, in den Jahren 1920 bis 1923 errichtet wurde.

Abb. 15. Gefülltes Speicherbecken der Anlage Fridingen.

Unmittelbar oberhalb des Bahnhofes Fridingen, ganz in der Nähe des alten Kraftwerkes, wurde rd. 175 m über dem Bära-Unterwasserspiegel auf dem Bergrücken ein Speicherbecken mit 32 000 m³ nutzbarem Inhalt ganz in Beton geschaffen, Abb. 15. Es hat elliptischen Grundriß mit rd. 110 m Längsachse und 55 m Breitenachse; die Wassertiefe beim höchsten Wasserstand beträgt 7,5 m. Dem Becken vorgelagert ist das Schieberhaus, das außer Absperrschieber und Drosselklappe, die als selbsttätiger Rohrbruchverschluß ausgebildet ist, die Aufzeichenvorrichtung für den Wasserstand im Hochbehälter enthält. Die Druckrohrleitung zwischen Speicherbecken und Krafthaus hat 530 m Länge und ist in drei Strecken von 550, 600 und 650 mm l. W. eingeteilt. Die Neigung wechselt zwischen 45 und 70 vH. Das Speicherwasser wird der Bära entnommen, in den Hochbehälter gepumpt und nach Ausnutzung in den Turbinen der Bära wieder zugeführt.

Gleich nach Inangriffnahme dieses Hochdruckbeckens wurde der Ausbau des Niederdruckwerkes, das durch Abschneiden der großen Donauschleife Fridingen-Beuron eine Gefällstufe von rd. 15 m erhält, beschlossen; dadurch war die Möglichkeit gegeben, sich vom Lauffenburger Werk unabhängiger zu machen und ebenfalls die Nachtkraft zu Speicherzwecken auszunutzen. Der Unterkanalstollen, der die Donauschleife abschneidet, ist rd. 1400 m lang und auf seiner ganzen Länge mit Beton verkleidet. Sämtliche drei Kraftquellen: das Bärawerk, die Hochdruck- und die Niederdruckanlage, sind zu einem Kraftwerk vereinigt und damit die Kosten für Bedienung und Wartung auf ein Mindestmaß beschränkt worden.

Die vor dem Kriege gelieferten kleinen liegenden Wandturbinen des B ä r a w e r k e s leisten bei 5,4 m Gefälle 62 bzw. 31 PS und treiben mittels Riemen je zwei gesondert aufgestellte Drehstromerzeuger mit 1000 Uml./min. Beide Turbinen we
durch einen gemeinsamen Öldruckregler gesteuert, der außer
so angeordnet ist, daß jede Turbine auch von Hand einzeln
regelt werden kann.

In der H o c h d r u c k a n l a g e sind drei von Escher,
& Cie., Ravensburg, gebaute Zwillings-Freistrahlturbinen m
vier Düsen aufgestellt, die bei 164 m Gefäll und 1000 Uml./mi
750 PS leisten (s. a. das Titelbild, S. 1161). Die aus der Dreh
sich ergebenden kleinen Laufraddurchmesser erfordern das Gi
der Laufräder in einem Stück; als Werkstoff ist zäher Sonder
verwendet. Je zwei Düsen sind durch einen Absperrschieber
schaltbar. Die vier Nadeln sind zwangläufig mit einem se
tätigen Geschwindigkeitsregler und einem Druckregler verbun
Die Lager werden mit Wasser gekühlt, das der Turbinenr
leitung entnommen wird. Ein Absperrschieber schließt die
binen-Verteilrohrleitung von der Druckleitung ab. Ihm vo
lagert ist ein Venturi-Wassermesser zur Feststellung des Wa
verbrauches der Turbinen. Mit den Freistrahlturbinen unm
bar gekuppelt sind Drehstromerzeuger von je 500 kW Leis
der Firma Brown, Boveri & Cie., Mannheim. Die Erre
maschinen werden durch Riemen angetrieben. Der Stromerze
kann auch als Synchronmotor laufen.

Die mit den Stromerzeugern ebenfalls gekuppelten Esc
Wyß-Hochdruckturbopumpen für 1000 Uml./min sind dreist
Räder und Leitapparate bestehen aus Stahlguß, das Gehäuse
Gußeisen. Sie fördern bei je 176 m manometrischer Druckh
200 l/s bei einem Kraftbedarf von 620 PS. Die Saug- und Dr
leitung jeder Pumpe hat einen Absperrschieber und zwis
Pumpe und Druckschieber eine Rückschlagklappe. Vor
Hauptschieber ist in der Verteilrohrleitung noch eine we
Rückschlagklappe angeordnet und hinter diesem Hauptabsp
schieber ein zweiter Venturimesser zum Messen des För
wassers eingeschaltet. Das Wasser für Speicherzwecke k
sowohl dem Oberwasser der Bära, als auch durch Umschalt
dem Bära-Unterwasser oder dem Donau-Oberwasser entnom
werden. Zwischen Pumpe und Stromerzeuger ist ein Riement
eingeschaltet, dessen Lager ebenfalls gekühlt sind und der
Kraftleistung der Niederdruckturbinen des Donau-Kraftwe
auf den Stromerzeuger oder die Pumpe der Hochdruckan
überträgt. Sämtliche Kupplungen des Hochdruck-Maschinensa
sind Benn-Kupplungen der Firma V o g e l & S c h l e g e l
Dresden, die während des Betriebes aus- und eingeschaltet we
können.

Es ist folgender Betrieb möglich:

1. Antrieb der Pumpe durch den Synchronmotor mittels Na
stromes vom Werk Lauffenberg; hierbei wird der Rien
trieb durch eine sinnreiche Abhebevorrichtung ausgescha
und die Freistrahlturbine abgekuppelt.
2. Antrieb des Stromerzeugers durch die Hochdrucktur
unter Abschaltung des Riementriebes und der Pumpe.
3. Antrieb der Pumpe durch die Niederdruckturbine; der Str
erzeuger und die Freistrahlturbine sind durch Lösen
Bennkupplung außer Betrieb.
4. Antrieb des Stromerzeugers durch die Niederdrucktur
unter Abschaltung der Freistrahlturbine und der Hochdr
pumpe.
5. Gemeinsamer Antrieb der Pumpe durch Synchronmotor
Niederdruckturbine, wobei die Freistrahlturbine abgesc
tet ist.
6. Gemeinsamer Antrieb des Drehstromerzeugers durch H
druck- und Niederdruckturbine unter Abschaltung der Tu
pumpe.

Die Länge eines ganzen Aggregates beträgt rd. 15 m.

Die Turbinen- und Pumpendruckleitung vereinigt sich e
50 m außerhalb des Maschinenhauses zur Hauptleitung, die
Speicherbecken führt.

Das Wasser der Donau für das Niederdruckkraftwerk v
in der Nähe des Bahnhofes Fridingen durch ein Fallenwehr
gestaut und durch den Oberkanal den drei Turbinen, die 11½
unterhalb des Flurs der Hochdruckmaschinen im Erdgeschoß
gestellt sind, zugeführt. Ein kaskadenförmiger Leerlauf fü
das Überschußwasser in den Saugschacht und von dort du
den Stollen in das Donaubett zurück. Vorerst sind nur z
Escher-Wyß-Niederdruckturbinen aufgestellt, und zwar eine Z
lingsspiralturbine, wie in Abb. 12 und 13, und eine dopp
Spiralturbine. Sie leisten bei 15 m Gefälle je 750 PS und mac
525 Uml./min. Die Schaufeln der Laufräder bestehen aus St
blech; sie sind in die Gußkränze eingegossen. Beide Maschi
haben Leiträder mit Außenregelung, die von einem selbsttäti
Öldruckregler betätigt werden. Bei der Doppelturbine kön
beide Spiralgehäuse je durch einen Absperrschieber abgeschlos

[1]) G a l l a n d , Neuzeitliche Absperrorgane bei Talsperren, „Deutsche Wasserwirtschaft“ vom 20. Februar 1924.

...t, damit bei Niedrigwasser nur eine Hälfte der Turbine ...chlagt wird. Die Turbinenwelle ist starr gekuppelt mit der ...nübertragung, die aus einer Schwungrad-Riemenscheibe von ...mm Breite besteht. Der Lederriemen wird an der Antrieb... durch eine Riemenspannrolle mit Dämpfung und an der ...enen Scheibe durch eine Leitrolle auf beweglichem Schlit...spannt. Die beinahe senkrechte Anordnung des Riemen... zur Übertragung immerhin sehr großer Leistungen hat sich ...währt. Die Saugrohrsohle liegt mehr als 20 m unter dem ... Maschinenhausflur, und es waren nicht geringe Hinder... zu überwinden, um bei dieser Tiefe den unteren Turbinen... gegen Druckwasser zu schützen.

Ein gutes Beispiel, daß auch Kleinspeicheranlagen noch wirtschaftlich arbeiten, ist das Speicherkraftwerk des Städtischen Elektrizitätswerkes

Tübingen.

Die Anlage bietet vollen Ersatz für die alten schadhaften elektrischen Akkumulatorenbatterien und liefert darüber hinaus wertvollen Zusatz- und Spitzenstrom in das Leitungsnetz des Werkes. Es umfaßt einen Eisenbeton-Hochbehälter von 6600 m³ Inhalt, eine rd. 300pferdige Francisturbine für 114 m Gefäll, ausrückbar gekuppelt mit einem Umformersatz und einer Pumpe für 85 l/s bei 122 m manometrischer Förderhöhe.

[B 531] (Schluß folgt.)

...i Dampfkesselexplosionen im Deutschen Reiche während des Jahres 1923[1]).

... den Dampfkesselbetrieben innerhalb des deutschen Reichsge...te sind im Jahre 1923 sechs Explosionen festgestellt worden. Hier...nd zwei durch unzulässig hohen Dampfdruck und je eine durch ...rmangel, örtliche Überhitzung und mangelhafte Blechbeschaffenheit ...acht worden, während in einem Falle die Veranlassung nicht er... werden konnte. Bei diesen Explosionen ist eine Person getötet, ...icht verletzt worden.

...ie beschädigten Kessel waren:

... Stehender einfacher Walzenkessel, der am 17. Januar 1923 in der ...weinbrennerei von Stürmlinger in Durmersheim, Bezirksamt ...t, explodierte, weil vermutlich der Dampfdruck eine unzulässige ...erreicht hatte. Der überhaupt nicht zur Überwachung angemeldete ...erzeuger war mit ungenügenden Sicherheitsvorrichtungen ausge... Der Betriebsdruck betrug angeblich 0,5 at, die stumpf verschweiß...leche waren 5 mm dick. Der untere Kesselboden wurde abge... und der übrige Kesselkörper 15 m weit geschleudert. Das Kessel...werk und der Brennereiraum wurden zerstört. Ursache ist über... Dampfdruck und mangelhafte Schweißung des unteren Kessel...de...

2. Zweiflammrohrkessel, Heizfläche 80 m², Betriebsdruck 8 at. Bei ...xplosion auf dem Brügmannschacht der Gewerkschaft „Glückauf" in ...ausen bei Sondershausen am 24. Januar 1923 riß die vorderste ...aht des rechten Flammrohres auf, während das Flammrohr auf ... Länge eingebeult wurde. Anlauffarben der Bruchstellen, einge...e, unter dem zulässig niedrigsten Wasserstand liegende Wasser... oder sonstige Kennzeichen eines Wassermangels konnten nicht ...elt werden. Dagegen fand man einen schieferartigen Kesselstein... von 10 mm Dicke auf den Feuerplatten, so daß örtliche Über...g infolge hoher Wärmestauungen als Ursache des Unfalles anzu...n ist. Bei zwei Nachbarkesseln der gleichen Bauart wurden ähn... Erscheinungen festgestellt, insbesondere Abzehrung und beginnende ...hung der Flammrohre. Dem Speisewasser war ein sogenanntes ...steinverhütungsmittel, das aus Graphit und Aluminiumstaub be... beigemischt worden.

... Dampffaß zur Gewinnung von Öl aus Eisenspänen. Es bestand ...nem liegenden flußeisernen Zylinder, der einen Beschickungsraum ...50 l bildete und von einem Dampfmantel umgeben war. In diesem ...hte ein Dampfdruck von 2 at, während im Beschickungsraum bei ...erständiger Bedienung nur ein geringer Überdruck entstehen sollte. ...Explosion in der Gußstahlkugelfabrik vorm. Friedrich Fischer in ...einfurt am 12. April 1923 wurde vermutlich dadurch veranlaßt, daß ...r Entölung dienenden Trichloräthylendämpfe im Beschickungsraum ...ise zurückgeblieben waren und unter der Wirkung der Hitze des ...fmantels eine sehr hohe Spannung angenommen hatten.

... Lokomobilkessel, 1874 in England erbaut, Länge und Durchmesser ...angkessels 1690 und 840 mm, Betriebsdruck 4 at. Bei der Explo...n dem Torfbruch Gr.-Trinkhaus, Kreis Allenstein, am 12. Juni 1923 ...r Langkessel auf. Die sehr spröden, schweißeisernen Bleche zeigten ...n Bruchstellen ein blättriges Gefüge. Ursache ist in unzulässiger ... erhöhter Dampfdruck. Um die höchstens 8 PS leistende Loko... dem vergrößerten, etwa 20 PS verlangenden Betrieb anzupassen, ... man die beiden Sicherheitsventile überlastet. Eine Person wurde ...t.

... Wasserrohrkessel, erbaut 1909, Heizfläche 306,6 m², Rost... 8,34 m², Betriebsdruck 12 at. Bei der Explosion in dem städtischen ...rizitätswerk zu Hannover am 12. Oktober 1923 wurde der linke ...essel neben der Längsnaht des mittleren Schusses aufgerissen. ...he ist eine starke Schlackenhaltigkeit des Bleches. Die vor der ...kante der Überlappungsnaht auftretenden Biegungsspannungen ...n den Eintritt des Unfalles begünstigt haben. Eine Verletzung des ...es durch Unvorsichtigkeit beim Verstemmen der Blechkante ist nicht ...stellt worden. Eine Person wurde leicht verletzt.

...6. Zweiflammrohrkessel, erbaut 1900, Länge 9,84 m, Durchmesser ... Betriebsdruck 7 at. Bei der Explosion in der Brikettfabrik der ...kohlenwerke Leonhard A.-G. in Zipfendorf, Kreis Zeitz, am 12. De...er 1923 haben sich die drei ersten Schüsse des linken Flammrohres ... durchgebeult und in ihren Rundnähten voneinander gelöst. Ursache ist Wassermangel. Der Kessel hatte aus der Speiseringleitung mehr Wasser aufgenommen als die übrigen Kessel, weil sein Dampfdruck niedriger gehalten worden war. Als der Wasserspiegel so weit gestiegen war, daß er im Wasserstandglase nicht mehr gesehen werden konnte, öffnete der Kesselwärter den Ablaßhahn des Kessels und vergaß, ihn rechtzeitig zu schließen.

Aus dem Jahre 1922[2]) ist nachzutragen:

Einflammrohrkessel, erbaut 1900, Heizfläche 93,26 m², Rostfläche 2,25 m², Betriebsdruck 8 at. Bei der Explosion auf der Zeche „Schlägel und Eisen" in Scherlebeck, Landkreis Recklinghausen, am 17. November 1922 wurde der Scheitel des gewellten Flammrohres auf der vorderen halben Länge tief eingebeult, wobei alle Niete des oberen Teiles der zweiten Flammrohrrundnaht abgeschert wurden. Der Kesselkörper schob sich mit einer Drehung um seine Längsachse 4 m vorwärts.

Der Unfall ist durch Wassermangel hervorgerufen worden. Anzeichen hierfür sind blaue Anlauffarben und die Art und Lage der Einbeulung, die vom Scheitel aus erfolgt ist. Vermutlich sind die Bohrungen der Wasserstandvorrichtung verstopft gewesen, der Kesselwärter kann aber auch die leeren Gläser für voll angesehen haben, da man sich zum Abschlacken gerüstet hatte, wobei erfahrungsgemäß ein hoher Wasserstand gehalten wird und leicht eine Überspeisung eintritt. Weshalb die vorhandene Sicherheitspfeife versagt hat, konnte nicht festgestellt werden. Drei Personen wurden schwer, fünf leicht verletzt.

[N 799] S.

[1]) Vierteljahrshefte zur Statistik des Deutschen Reiches 1924 Heft 2.

[2]) s. Z. Bd. 68 (1924) S. 27

Die Dichtung der Stehbolzen.

In Glasers Annalen Nr. 1135 vom 1. Oktober 1924 wird über d i e D i c h t u n g d e r S t e h b o l z e n eine Fehde zwischen Oberregierungsbaurat I l t g e n und Dr.-Ing. T r o ß ausgetragen. Es stehen sich zwei Verfahren gegenüber: Die Herstellung des Gewindes in den Feuerbüchswänden und den Stehbolzen mit den letzten Hilfsmitteln jetziger Feinherstellung zu dem Zweck, den Stehbolzen nur durch Einschrauben ohne Aufdornen und Vernieten zu dichten einerseits, und anderseits das verbesserte Zwillingsche Verfahren[3]), nach dem der Stehbolzen mit Spiel eingeschraubt und durch Aufdornen um etwa 1,5 mm mit zylindrischen Dornen gedichtet wird. Dieses Verfahren ist dadurch wesentlich verbilligt worden, daß die weiten Höhlungen an den Enden im warmen Zustande gepreßt werden; in der Mitte werden sie in der üblichen Weise längs durchbohrt. Das mit dem Auftreiben der Stehbolzen verbundene Längen ist dadurch fast vermieden, daß der Kopf des Dornes nicht aus einer Halbkugel, sondern einem Paraboloid besteht.

Es ist bemerkenswert, wie es in einzelnen Fabriken und Eisenbahnwerken gelungen ist, im normalen Betrieb einen solchen Genauigkeitsgrad zu erreichen (Übermaß des Stehbolzendurchmessers 0,15 bis 0,08 mm), daß die Stehbolzen nur durch Einschrauben tatsächlich dampfdicht sind. Ein solcher Erfolg kann freilich nur durch sorgfältige Erziehung erreicht werden und dürfte nicht überall gelingen. Deshalb geht auch ein andres Eisenbahnwerk nicht so weit und läßt ein schwaches Aufdornen zu. In den meisten Werkstätten wird aber das Aufdornverfahren willkommener und auch wirtschaftlicher sein, weil es mit weniger geschulten Arbeitskräften und ohne Feinmeßgeräte auskommt. Die gute Herstellung der gepreßten Stehbolzen erfordert zwar auch manche Erfahrung, so daß sie roh von Sonderwerken bezogen werden müssen; im übrigen ist das Aufdornen schnell und billig ausführbar.

Der Aufdornstehbolzen hat wegen der großen inneren Höhlung einen kleineren Querschnitt als der volle. Daraus würde unter strenger Befolgung der Bauvorschriften, die nur 400 kg/cm² Zugspannung zulassen, eine Vergrößerung des Durchmessers folgen. Ein solcher wäre aber verfehlt, weil die wahre Beanspruchung des Stehbolzens aus Zug und Biegung besteht, zu der beim Einschraubbolzen noch eine ganz beträchtliche Drehbeanspruchung tritt. Mit der so hervorgerufenen Verdrehung ist natürlich auch eine Längenänderung und Beeinträchtigung der mit so vieler Mühe erreichten Genauigkeit verbunden. Da nun die Zugspannung nur einen geringen Teil der Gesamtspannung ausmacht, sollte sie nicht als Grundlage der Berechnung dienen. Dies führt leicht zu dem Widersinn, die am meisten, nämlich durch Biegen, gefährdeten Stehbolzen der äußeren Reihen zu verstärken, was gerade das Gegenteil des gewünschten Erfolges bringt. [N 787] F. M e i n e k e,

[3]) Z. Bd. 65 (1921) S. 157.

Grundsätzliches zur deutschen Elektrizitätswirtschaft[1].

Von Prof. Dr. G. Klingenberg, Berlin.

Stufen der Zentralisierung vom Block- zum Überlandkraftwerk. Großkraftwerke mit verhältnismäßig niedrigen Anlagekosten sowie technisc und wirtschaftlich günstiger Betriebführung finden ihre Grenzen durch hohe Fortleitungskosten. Zusammenfassung, Verkupplung und Erweite rung benachbarter Betriebe für die elektrische Großwirtschaft durch Bezirksverbände. Mitwirkung des Reiches nur bei wenigen Unternehmun gen größter Ausdehnung, insbesondere Wasserkraft- und Braunkohlenwerken.

Elektrizität ist eine derjenigen Energieformen, die ebenso wie Gas und Druckwasser nur in zentraler Erzeugung zur wirtschaftlichen Auswertung gebracht werden kann. Diese Tatsache hat die bisherige Elektrizitätswirtschaft beherrscht. Es fragt sich nun, bis zu welcher Grenze die Zentralisierung getrieben werden soll, bzw. wie groß der Einflußbereich des einzelnen Kraftwerkes zweckmäßigerweise zu wählen ist. Für die Antwort sind wirtschaftliche Erwägungen maßgebend.

Der Anfang zentraler elektrischer Versorgung bestand in der Errichtung sogenannter Blockanlagen, die ihren Wirkungsbereich auf einen Häuserblock und meistens unter widerruflicher Genehmigung der Straßenkreuzung noch auf die nächste Nachbarschaft erstreckten. In einzelnen Städten entstanden so eine Reihe von Blockwerken, und man war eine Zeitlang der Ansicht, daß diese sehr wohl die Konkurrenz größerer Anlagen aushalten könnten, die zur einheitlichen Versorgung der ganzen Stadt dienten. Bald zeigte sich aber der Irrtum solcher Anschauung. Den Blockwerken kam zwar der Vorteil geringerer Fortleistungskosten des Stromes infolge der kurzen zu überbrückenden Entfernungen zugute. Dieser Vorteil wurde jedoch mehr als aufgewogen durch den Nachteil unwirtschaftlicherer Erzeugung mit kleinen, schlecht belasteten Maschinensätzen. Und so war die Entwicklung nur naturgemäß, daß die Blockwerke in kurzer Zeit durch die größeren städtischen Werke erdrückt wurden.

In dieser Tatsache spiegelt sich schon der Kern der ganzen Frage wider. Auch die städtischen Werke, deren Wirkungsbereich wegen des für sie gewählten Stromsystems meistens schon an den Stadtmauern seine Grenze fand, haben sich in der ursprünglichen Form meistens nicht halten können. Sie haben die Verbindung mit den Werken der nächsten Entwicklungsstufe, den sogenannten Überlandzentralen, suchen müssen, die, auf breitere Basis gestellt, die Versorgung ganzer Kreise, ja ganzer Provinzen und vor allen Dingen auch die der dort befindlichen Industrie, der elektrischen Bahnen und der Landwirtschaft übernahmen und dazu durch das gewählte Stromsystem (Drehstrom mit Hochspannungsübertragung) auch ohne weiteres in der Lage waren.

Parallel zu dieser Entwicklung geht die der Elektrizitätserzeugung für die Industrie, allerdings mit dem Unterschiede, daß diese sich in wesentlich kürzerer Zeit und in viel größerem Ausmaße vollzogen hat. Während die 1920 in öffentlichen Elektrizitätswerken vorhandene Leistung auf etwa 2,8 Mill. kW mit einer Jahreserzeugung von 6,2 Milliarden kWh geschätzt wird, kann man annehmen, daß in den industriellen Werken Deutschlands etwa die 5fache Jahresleistung vorhanden ist.

Die Entwicklung der industriellen Versorgung hat sich zunächst unabhängig von der der öffentlichen Elektrizitätswerke vollzogen. Erst in den letzten Jahren ist es gelungen, auch die industriellen Werke mehr und mehr zum Strombezug aus den öffentlichen Werken zu bewegen.

Um ein richtiges Bild zu gewinnen, ist es erforderlich, diejenigen Faktoren klarzustellen, die für und gegen die Ausdehnung des Zentralisierungsgedankens sprechen.

Die Erweiterung des Zentralisierungsgedankens führt zu

Großkraftwerken

mit ausgedehntem Einflußbereich. Die Vorteile der Erzeugung im großen liegen auf der Hand. Großkraftwerke lassen sich für die Krafteinheit, d. h. je kW, beträchtlich billiger errichten als Kleinkraftwerke; das Anlagekapital beträgt oft nur einen Bruchteil des für die gleiche Leistung in Kleinkraftwerken anzulegenden. Die eingebaute Leistung des Großkraftwerkes wird zudem wesentlich niedriger als die eingebaute Leistung der Kleinkraftwerke. Diese Tatsache hat zwei Ursachen. Das Kleinkraftwerk muß einmal für die örtliche Spitzenleistung eingerichtet sein und zweitens darüber hinaus noch über die nötige Reserve verfügen. In dem Großkraftwerk mischt sich der verschiedenartigste Verbrauch, dessen Spitzen nicht gleichzeitig auftreten und dessen Belastung vor allen Dingen durch die Möglichkeit, durchlaufende industrielle Betriebe und Nachtbetrie zuschließen, erheblich günstiger wird. Sollen z. B. drei betriebe von je 1000 kW, wovon eines der städtischen Be tung und Kleinkraft, das andere einem Bahnbetrieb u dritte einer landwirtschaftlichen Versorgung dienen mö ein Großkraftwerk angeschlossen werden, so ist die b bereitzustellende Leistung nicht etwa 3000 kW, sondern Regel weniger. Auch die für das Großkraftwerk erforde Aushilfsleistung ist kleiner als die Summe dieser in de Kleinkraftwerken.

Dieser Vorsprung der Großkraftwerke wird jedoch erweitert, einmal durch die Möglichkeit, für besseren Belas ausgleich durch den Anschluß solcher Betriebe zu sorge ihren Strom zur Zeit schwacher Belastung der Werke, als wiegend des Nachts, brauchen, oder deren Betrieb ganz ode weise auf Nachtverbrauch geschaltet werden kann, sodann dadurch, daß die im Versorgungsgebiete des Großkraft liegenden Kleinkraftwerke zu Spitzenwe herangezogen werden. Je größer nämlich der Preisunter zwischen dem Brennmaterial des Großkraftwerkes und de kleineren Werkes ist, und je billiger das Großkraftwe Elektrizität gegenüber dem kleinen Werke erzeugt, um so schaftlicher läßt sich der Betrieb des kleinen Werkes da gestalten, daß die Grundbelastung des kleinen Werkes, seine Belastung mit hoher Benutzungsdauer, vom Großkraf gedeckt wird und das kleine Werk seine Betriebsmittel n die verbleibende Spitzenbelastung sowie zur Deckung d seinem Versorgungsgebiet erforderlichen wattlosen St bereitstellt. Besonders für Niederdruckwasserkräfte e sich aus solcher Betriebsweise die größten wirtschaftliche teile, da die Wasserkraft auch des Nachts ungeschmäler Verfügung steht und andernfalls unbenutzt zu Tal fließt.

Ist das Großwerk ein Wasserkraftwerk, so ergibt beim Parallelbetrieb mit einem Dampfkraftwerk die güns Betriebsweise, wenn die zur Verfügung stehende Wasser jederzeit, auch des Nachts, voll ausgenutzt wird und das D kraftwerk die Spitzenbelastung übernimmt. Dadurch wi letzterem das Geringste an Brennstoff verbraucht, wogeg Wasserkraftwerk kein Wasser ohne Arbeitsaufgabe zu Tal Dazu kommt, daß das Dampfkraftwerk, namentlich bei der stellung von Turbinen, besonders befähigt ist, Lastschw kungen fast augenblicklich zu folgen.

Ein Vorteil beim Parallelbetrieb eines Großkraftw und eines kleineren Werkes ergibt sich auch dann, wen kleinere Werk im Verbrauchsmittelpunkt oder in dessen liegt und die wattlose Belastung übernimmt. Dadurch bl die Übertragungsleitungen vom Großkraftwerk her frei wattlosen Strömen und die Kupferverluste der Leitungen w auf das kleinste Maß herabgedrückt.

Bei der gleichen Betriebsart ergibt sich dann auch hängig von der örtlichen Lage ein Vorteil, wenn der Bren für die kleinere Anlage wesentlich teurer ist, als für das kraftwerk. Letzteres ist dann in bezug auf Stromerzeuge Antriebsmaschinen voll ausnutzbar.

Der weit größere wirtschaftliche Vorteil als die sic der Minderung des Anlagekapitals ergebenden geringeren Z und Abschreibungsbeträge liegt aber in der wirtsch licheren Betriebführung. Wenn schon an größere Maschinen und Kessel wirtschaftlicher betrieben w können als kleinere, so ergibt sich der geringere Wärm brauch vorwiegend wiederum aus der vorerwähnten Tat daß es eben möglich ist, in Großkraftwerken eine gleichmä Belastung herbeizuführen und dadurch das Verhältnis der g bleibenden Verluste zum nützlichen Wärmeverbrauch zu bessern. Rechnet man hinzu, daß außerdem auf die erz Kilowattstunde weniger Personalunkosten und geringer träge für die sogenannten Nebenausgaben entfallen und dieser Vorteil noch durch die nur in Großkraftwerken d führbare weitestgehende Mechanisierung der Betriebe ver wird, daß ferner die Großkraftwerke nicht so stark an de des Verbrauches gebunden sind und an Orten errichtet w können, wo günstigste Baubedingungen, günstigste Brenn und Wasserverhältnisse herrschen, daß sie sich schließlic

[1] Mit Genehmigung des Verfassers entnommene Einleitung der soeben im Verlage von Julius Springer, Berlin erschienenen 2. Auflage seines Buches „Bau großer Elektrizitätswerke".

Verarbeitung auch minderwertiger Brennstoffe (und von Abwärme), die keinen Transport vertragen, einrichten lassen, so dürfte die wirtschaftlich beträchtliche Überlegenheit der Elektrizitätserzeugung im großen hiermit klargelegt sein.

Diesen Vorteilen stehen als sehr wesentlicher Nachteil die hohen Fortleitungskosten der Großkraftwerke gegenüber, die um so stärker durchschlagen, je größer ihr Einflußbereich ist. Je größer die Entfernung, desto höher muß aus wirtschaftlichen Rücksichten die Übertragungsspannung gewählt werden. Die höchste Übertragungsspannung in Deutschland beträgt zurzeit 110 000 V, ohne daß damit die obere Grenze schon erreicht ist. Technisch bestehen keine Bedenken, die Übertragungsspannung auf den doppelten Wert heraufzusetzen.

Wenn es nun auch einerseits möglich ist, mit höherer Spannung große Energiemengen auf weite Entfernungen wirtschaftlich zu übertragen, so wachsen doch die Anlagekosten anderseits ganz beträchtlich, die überdies noch durch die sehr kostspieligen Einrichtungen zum Herauftransformieren und Herabtransformieren des Stromes vermehrt werden. Die Übertragungskosten des Stromes bestehen nun einerseits in den auf Verzinsung, Abschreibung, Instandhaltung und Bedienung der Übertragungseinrichtung entfallenden Ausgaben, anderseits in den Kosten der Stromverluste, die die Übertragungseinrichtung verursacht. Beide erreichen in heutiger Zeit angesichts der beträchtlich gestiegenen Anlagekosten, Kohlenkosten und Löhne sehr hohe Werte, und es ist deshalb nicht ohne weiteres möglich, allgemein zu sagen, wo die wirtschaftlichen Grenzen für die Kraftübertragung auf große Entfernungen zu finden sind. Es bedarf hierfür vielmehr einer sorgfältigen Wirtschaftlichkeitsrechnung von Fall zu Fall.

Elektrische Großwirtschaft.

Vor dem Kriege lagen die Verhältnisse für die Durchführung der elektrischen Großwirtschaft wesentlich günstiger als jetzt. Das Großkraftwerk trat gewissermaßen auf gleicher Grundlage in Wettbewerb nicht nur mit den kleineren, sondern auch mit den mittleren Kraftwerken. Als ich in den Jahren 1911 bis 1914 für die Durchführung der elektrischen Großwirtschaft eintrat, ging mein Plan dahin, in Deutschland etwa 30 Großkraftwerke an geeigneten Stellen zu errichten, diese mit leistungsfähigen Hochspannungsleitungen untereinander zu verkuppeln, um die Vorteile der gemeinschaftlichen Reserve, des Belastungsausgleiches, der Verwendung minderwertiger Brennstoffe und der Ausnutzung der Wasserkräfte zu verbinden und neben einer beträchtlichen Kohlenersparnis (bzw. Ersparnis an hochwertigen Brennstoffen) größere Wirtschaftlichkeit zu erzielen. Da ein solcher Plan nur mit staatlicher Unterstützung durchführbar war, mußte ich naturgemäß auch für diese eintreten, trotzdem ich mir bewußt war, daß die staatliche Mitwirkung und vor allen Dingen die dadurch bedingte Zentralisierung des behördlichen Einflusses solchen Plänen in der Regel nicht zum Segen gereicht. Die damals sehr sorgfältig durchgeführten Rechnungen ergaben, daß bei einem Gesamtkapital, das für Preußen allein zu rund 1 Milliarde Goldmark berechnet wurde, eine ausreichende Rentabilität erzielbar war. Von besondern gesetzgeberischen Maßnahmen, ausgenommen solchen für Wegerechte, glaubte ich absehen zu können, da meiner festen Überzeugung nach die wirtschaftliche Überlegenheit der Großkraftwerke allein ausgereicht hätte, um dem Projekt die nötige finanzielle Tragkraft zu geben. Es kam hinzu, daß die wirtschaftliche Eigenbrötlerei der Wegeinteressenten zur Errichtung einer großen Zahl von Kleinkraftwerken geführt hatte, denen die wirtschaftliche Berechtigung nicht zukam, so daß der Zustand allmählich unerträglich geworden war. Die Großkraftwerke konnten damals hinsichtlich ihrer eingebauten Leistung zu einem Preise von 200 ℳ/kW errichtet werden, denen 300 bis 500 ℳ/kW in mittleren und Kleinkraftwerken gegenüberstanden.

Wenngleich dieses Projekt als letztes Endziel jeder Elektrizitätspolitik in Deutschland auch heute noch besteht, so muß doch ebenso klar ausgesprochen werden, daß es sich infolge der inzwischen eingetretenen außerordentlichen wirtschaftlichen Verschiebungen so jedenfalls nicht mehr verwirklichen läßt.

Ein schrittweises Vorgehen ist deshalb in Deutschland heute zur unerläßlichen Voraussetzung jeder Elektrizitätspolitik geworden, und nur dort sind zurzeit sofortige Erfolge erzielbar, wo kleinere, unwirtschaftlich arbeitende Betriebe zusammengefaßt und an größere angegliedert werden können, oder wo infolge steigenden Verbrauches Erweiterungen nötig sind.

Diese Fragen, nämlich die Zusammenfassung und Verkupplung kleinerer Betriebe mit größeren, die Verkupplung benachbarter Betriebe an sich und die wirtschaftliche Betriebsführung, Lastverteilung und Herstellung notwendiger Erweiterungen, müssen demgemäß für die nächste Zukunft das Hauptfundament jeder Elektrizitätspolitik bilden. Auch die staatliche Einflußnahme in irgend einer Form vermag an diesen Tatsachen nichts zu ändern, was hinsichtlich aller gesetzgeberischen Maßnahmen nicht unbeachtet bleiben darf.

Die Erkenntnis dieser grundlegenden und verhältnismäßig naheliegenden Wahrheit hat mich nach dem Kriege veranlaßt, zunächst unter Aufgabe des großen Planes vorzuschlagen, die Pflege dieser Aufgaben elektrischen Bezirksverbänden zu überlassen, die aus der Kenntnis der örtlichen Erzeugungs- und Verbrauchsverhältnisse heraus in ihrem Wirtschaftsbezirke die Frage der Zusammenfassung, Verkupplung und Erweiterung nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten je für sich entscheiden sollten. Soweit diese Aufgaben in Betracht kommen, brauchte die Einflußnahme der Behörden gewissermaßen nur anstoßend und anregend zu sein. Finanzielle Mittel des Reiches sind hierfür nicht erforderlich, da der Ausbau der für diese Aufgaben erforderlichen elektrischen Einrichtungen die bessere Gesamtwirtschaftlichkeit des Bezirkes zur Voraussetzung hat und neu aufzuwendende Kapitalien somit auf sicherer Grundlage stehen. Für diese Aufgaben bedarf es der Bevormundung der Reichsbehörde nicht.

Die bisher bestehende behördliche und gesetzgeberische Tendenz ist der in der Industrie herrschenden gerade entgegengesetzt, und es ist nicht uninteressant, mit ihr einen Vergleich zu ziehen. Gewiß vollziehen sich auch in der Industrie Zusammenschlüsse, sie lassen sich jedoch mit den behördlich erzwungenen nicht vergleichen. Im übrigen sucht die Industrie nach Kräften zu dezentralisieren, indem sie Unterorgansationen nicht nur schafft, sondern deren Leitern wiederum die denkbar größten Machtbefugnisse einräumt. Allerdings ist sie dabei stets bestrebt, den richtigen Mann auf den richtigen Platz zu stellen. Diesen stattet sie dann aber mit der denkbar größten Selbständigkeit und damit auch mit der größten Verantwortung aus. Das gibt den Anreiz zur größten Anspannung aller Kräfte, zur raschen Erreichung des gewollten Zweckes und dem Verbrauch der geringsten Mittel an Geisteskraft und Geld.

Wenn nach vorstehenden Ausführungen der Eindruck erweckt werden könnte, als wenn alle Aufgaben unsrer jetzigen Elektrizitätspolitik durch die vorgenannten, von den Bezirksorganisationen zu lösenden erschöpft seien, so würde ein solcher Schluß falsch sein. Es gibt eine Anzahl von geplanten Großunternehmungen, die über die finanzielle Leistungsfähigkeit der Bezirksverbände hinausgehen und trotzdem mit guter Aussicht auf wirtschaftliche Erfolge in Angriff genommen werden müssen. Hierbei wird eine organisatorische Mitwirkung des Reiches gleichfalls nicht entbehrt werden können.

Ihre Zahl ist allerdings beschränkt und wahrscheinlich kleiner, als nach der allzu stark einsetzenden Propaganda in der Fachpresse und in den Tageszeitungen angenommen werden darf. Es handelt sich einmal um solche Wärmekraftwerke, für die außergewöhnlich billiger Brennstoff zur Verfügung steht, wenn gleichzeitig neuer Verbrauch zu decken ist, und zweitens um die Wasserkraftanlagen.

Für erstere bieten sich an einigen Stellen in Deutschland gute Aussichten. Sie stützen sich fast sämtlich auf das mitteldeutsche und linksrheinische Braunkohlenvorkommen und werden zum Teil durch das Reich (Elektrizitätswerke Golpa — Bitterfelder Braunkohle, Trattendorf — Spremberger Braunkohle), zum Teil durch die Länder (staatl. Elektrizitätsunternehmungen, Sachsen, Bayernring) verfolgt, zum Teil als privates Unternehmen errichtet (Ausbau des Kraftwerkes Fortuna bei Köln, Erweiterung des Goldenberg-Werkes, Knapsack bei Köln — linksrheinisches Braunkohlenvorkommen).

Weitere Braunkohlenprojekte befinden sich in Vorbereitung (E. W. des preußischen Staates bei Helmstedt). Auch dort, wo anderweitig schlecht verwertbare Steinkohle abfällt, sind unter der gleichen Voraussetzung solche Pläne als aussichtsreich anzusehen (Elektrizitätsverband Westfalen).

Steht ausreichende Kohle zur Verfügung, so werden die rein wirtschaftlichen Überlegungen in den Vordergrund treten. Es bleiben dann nur noch solche Pläne übrig, bei denen die Verteuerung der Nachkriegspreise durch billigere Erzeugung und durch steigenden Bedarf ausgeglichen werden kann.

Eine ganz besondere Stellung nehmen in diesem Rahmen

Wasserkraftpläne

ein, und man kann sagen, daß sich bei ihnen, was zunächst die reinen Erzeugungskosten anbetrifft, auffallend niedrige Werte ergeben, die den Wettbewerb selbst mit billig arbeitenden Wärmekraftwerken durchaus bestehen.

Dieses Ergebnis wird durch folgende Überlegung verständlich[1]): Man kann annehmen, daß alle industriellen Anlagewerte ungefähr im Verhältnis des Kohlenpreises gestiegen sind. Die Tatsache ist erklärlich und natürlich, weil in allen Anlageteilen der Wert der Kohle als maßgebender Faktor enthalten ist. Er steckt nicht nur unmittelbar in den für die Herstellung der Anlage erforderlichen Baustoffen (Eisen, Zement, Ziegel usw.), sondern auch wiederum mittelbar in den zu ihrer Herstellung erforderlichen Maschinen und Einrichtungen. Das Verhältnis wird zwar durch den Wert der Arbeitslöhne gemildert, die nicht in gleichem Maße gewachsen sind. Diese Änderung wird jedoch wiederum ausgeglichen durch stärkere Preissteigerung andrer Materialien.

In Wasserkraftanlagen macht sich deshalb die Preissteigerung der Kohle nur einmal bemerkbar, nämlich lediglich in den Anlagekosten. In Dampfkraftanlagen tritt sie zweimal auf, nämlich sowohl in den Anlagekosten wie in den Ausgaben für Brennstoff. Letzterer Betrag ist durchschlagend und führt beim Vergleich eben zu vorgenanntem Ergebnis.

Es ist deshalb verständlich, daß von vielen Seiten die Forderung erhoben wird, mit dem Ausbau der in Deutschland noch verfügbaren Wasserkräfte so rasch wie möglich vorzugehen und durch ihren Ausbau zur Verminderung der Inanspruchnahme unsrer wertvollen Kohlenschätze beizutragen.

Interessant ist in diesem Zusammenhange das Ergebnis, zu dem Ministerialdirektor Dr. Sympher kommt; er stellt fest, daß in Deutschland ausbauwürdige Wasserkräfte vorhanden sind, die für eine Jahreserzeugung von 10 Milliarden kWh ausreichen würden. Der größte Teil hiervon sind natürlich Niederdruckwasserkräfte, also nicht speicherfähige Kräfte.

Wenn aus diesen Aufstellungen jedoch gefolgert würde, daß es nunmehr angezeigt sei, mit dem Ausbau aller Wasserkräfte im raschesten Tempo vorzugehen, um der Allgemeinheit die damit verknüpften wirtschaftlichen Vorteile sobald wie möglich zuzuführen, so würde man damit über ein vernünftiges Ziel weit hinausschießen. Zunächst ist einmal festzustellen, daß die gewinnbare Arbeit weit mehr als die von deutschen öffentlichen Elektrizitätswerken zurzeit überhaupt abzugebende beträgt. Und wenn auch ohne weiteres zuzugeben ist, daß die Stromabgabe der Werke durch den Anschluß von Industrie noch beträchtlich gesteigert werden kann, so wird sich die Umstellung der Industrie doch nur schrittweise vollziehen lassen, weil die für die Umstellung anzulegenden Werte oft außerordent hohe Beträge erreichen.

Beachtet man ferner, daß alle Industrien, die gro Wärmeverbrauch haben, sich auf die Ausnutzung der Abwär soweit dies nicht bereits geschehen ist, in Zukunft werden stellen müssen und daß der riesige Verbrauch derjeni Industrien, die für ihre Krafterzeugung Abgase verwen können, von vornherein ausfällt, so erkennt man, daß auch viel Wasser in den Wein fließt. Es muß ferner hervorgeho werden, daß die aus Niederdruckwasserkräften gewinnb Arbeit auch zu Zeiten schwacher Belastung ausgenutzt wer muß, wenn die für sie errechneten niedrigen Erzeugungskos Geltung behalten sollen. Hierfür liegt aber zurzeit wenigst noch kein ausreichender Bedarf vor; er muß erst geschaf werden.

Ein weiterer Nachteil der nicht bereits ausgebau Wasserkräfte besteht darin, daß sie in der Regel ziemlich w entfernt von den Gegenden großen Verbrauches liegen. Kosten der Übertragung verschieben infolgedessen die Gru lage des Vergleiches noch stärker nach unten, als für Wärmekraftwerke berechnet, und es bedarf bei diesen infol dessen erst recht der Prüfung von Fall zu Fall, ob die wi schaftlichen Vorteile den Ausbau der Kräfte wenigstens einig maßen rechtfertigen.

Auf der andern Seite braucht man jedoch auch nicht al pessimistisch zu urteilen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß für die ausgebauten Wasserkräfte bisher noch immer die forderliche Belastung gefunden hat, sei es z. B. auch dadu daß sich Industrien mit großem Verbrauch in ihrer Nähe gesiedelt haben, wie dies bei den Rheinkräften oberhalb B der Fall war. Immerhin muß hervorgehoben werden, daß bis heute ausgebauten Wasserkräfte wohl die günstigsten wa d. h. bei ihnen war ein gutes oder erträgliches Verhäl zwischen Leistung, Ausbaukosten und der Entfernung bis z Schwerpunkte des Verbrauches vorhanden. Ein schrittwe Vorgehen wird also auch hier angezeigt sein, und zwar sc aus finanziellen Gründen, weil die enormen Kapitalien, die he für den Ausbau großer Wasserkräfte erforderlich sind, se wenn deren Wirtschaftlichkeit einwandfrei feststehen sollte, Markte nur nach und nach entzogen werden können. Was guten, an sich ausbauwürdigen Wasserkräften in Deutschl vorhanden ist, steht fest. Der Ausbau der minder guten aus den angeführten Gründen ohnehin verschoben werden.

[B 76

[1]) Vergl. Z. Bd. 66 (1922) S. 590.

Neue amerikanische Binnensee-Fahrgastdampfer.

Der größte in den Vereinigten Staaten gebaute Seitenraddampfer für den Verkehr auf Binnengewässern ist von der American Shipbuilding Company in Cleveland fertiggestellt und am 26. August dieses Jahres von der Detroit and Cleveland Navigation Company in Dienst gestellt worden. Das aus Stahl gebaute Schiff ist in 11 wasserdichte Abteilungen unterteilt, hat 167.6 m Länge, 30,5 m Breite über den Radkästen und 7,16 m Seitenhöhe. Es enthält 650 einfache Kabinen, 130 Staatskabinen mit besonderen Waschräumen und 26 Staatskabinen mit Baderäumen, außerdem eine große Anzahl geräumiger Salons. Jeder Raum ist mit fließendem Wasser und mit Telephon ausgerüstet. Ferner enthält das Schiff sehr umfangreiche Wirtschaftsräume und Kammern für die Unterbringung der Besatzung, die aus 300 Köpfen besteht.

Die Ausrüstung mit Rettungsvorrichtungen umfaßt 50 vH mehr Schwimmgürtel, Rettungsboote und Flöße, als gesetzlich vorgeschrieben sind. Zum Schutz gegen Feuer dient eine ausgebreitete Sprinkleranlage mit Brausen in allen Staatskammern und den übrigen großen Räumen des Schiffes. Selbsttätige Feuermelder alarmieren im Falle der Feuersgefahr die Besatzung. Ferner ist das Schiff mit starken Scheinwerfern, Raketenapparaten und Funkanlage versehen.

Außer der gewöhnlichen navigatorischen Ausrüstung hat das Schiff einen Sperry-Kreiselkompaß, einen Sperry-Geschwindigkeitsmesser und selbsttätige Lotvorrichtung, Bauart Haynes. Das Steuerhaus liegt im vorderen Teil des Schiffes in einer Höhe von acht Decks oberhalb der Wasserlinie.

Zum Antrieb des Schiffes dient eine starke Dampfmaschine, Bauart Corliß, mit zweifacher Dampfdehnung in einem Hochdruck- und zwei Niederdruckzylindern; sie verleiht dem Schiff eine Geschwindigkeit von 22 Kn. Der Hochdruckzylinder hat 1680 mm Dmr., die Niederdruckzylinder 2440 mm; der Hub beträgt 2740 mm. Der Hochdruckzylinder liegt zwischen den beiden Niederdruckzylindern. Die Maschine ist mit Ventilsteuerung versehen. Zur Dampferzeugung dienen drei Doppelender- und sechs Einenderkessel der Zylinderbauart mit Howdens künstlichem Zug und Überhitzern. Die Kessel haben 4300 mm Dmr. und 3200 bzw. 6300 mm Länge. Die Morrison-Feuerrohre haben 1375 mm l. W. und die Heizr 70 mm äußeren Dmr. Die Kessel sind für 12½ at gebaut. Sie sind drei voneinander getrennten Kesselräumen untergebracht, zwischen de querschiffliegende Bunkerräume angeordnet sind.

Die Schaufelräder des Schiffes haben bewegliche Schaufeln machen 30 Uml./min; sie haben 10 m Dmr. und bestehen aus 11 Schaul von je 4½ m Länge und 1½ m Breite aus gebogenem Stahl. Zur zeugung von elektrischem Strom dienen drei 100 kW-Turbodynamos

Das soeben fertiggestellte Schiff „Greater Detroit" ist ebenso das im Bau befindliche Schwesterschiff „Greater Buffalo" für den Na dienst auf dem Eriesee zwischen Detroit und Buffalo bestimmt und diese Strecke von 416 km im Anschluß an den Eisenbahnfahrplan zur legen. Die Baukosten der Schiffe betragen je 3½ Mill. $.

[N 739]

R. Weyrauch †.

Professor Dr.-Ing. Robert Weyrauch, Stuttgart, ist im Alter nur 50 Jahren verstorben. Seit 1899 war er in verschiedenen priv und städtischen Stellungen als Ingenieur auf dem Gebiete des städtis Tiefbaues beschäftigt, bis er 1906 als ordentlicher Professor für st schen Tiefbau an die Technische Hochschule in Stuttgart berufen wu Er hat sich nicht nur als Gutachter und Forscher auf dem genan Gebiet einen bedeutenden Ruf erworben, sondern auch als Schriftste Verschiedene außerordentlich wertvolle Werke auf dem Gebiete städtischen Tiefbaues entstammen seiner Feder. Das bedeutendste diesen dürfte das außerordentlich gründliche zweibändige Werk die Wasserversorgung der Städte sein, das er nach vollständiger arbeitung des Buches von Lueger verfaßt hat. Weiteren Kreisen is durch seine Bücher über die Technik und den Ingenieurberuf bek geworden; sie zeigen, daß er über ein Sondergebiet hinausgreifend Beziehungen des Ingenieurs zu seiner Umwelt zu überblicken und durchdenken vermochte. Die Ingenieurwelt wird daher in ihrer Ges heit dem allzufrüh dahingeschiedenen, arbeitsfreudigen Ingenieur liebenswürdigen Menschen ein dauerndes Andenken sichern.

[N 810]

Die Entwicklung der Germania-Großölmaschine.

Von Oberbaurat W. Laudahn, Berlin.

An der Hand von Abbildungen wird der allgemeine Entwicklungsgang der von Fried. Krupp A.-G. Germania-Werft in Kiel-Gaarden für die Marine gebauten Großölmaschine, und zwar im wesentlichen der Zylinderkonstruktion geschildert. Die Entwicklung mußte des ungünstigen Kriegsendes wegen vorzeitig abgebrochen werden, bevor Änderungen, die auf Grund der bisherigen Erfahrungen angeordnet waren und wahrscheinlich eine befriedigende Lösung der Aufgabe gebracht hätten, zur Ausführung kommen konnten.

...ie Germania-Werft von Fried. Krupp A.-G. in Kiel-Gaarden, ... die bis zum Ende des Weltkrieges zu den im Kriegschiffbau führenden Firmen zählte und der die frühere deutsche ...smarine eine große Zahl wohlgelungener Linienschiffe und ...er, Torpedo- und Unterseeboote verdankte, war die erste ..., die sich mit dem Problem der Großölmaschinen beschäftigt ... Verhandlungen über die Ausrüstung eines Linienschiffes ...ieselmotorischem Antriebe fanden zwischen der Germania-... (GW) und dem Reichsmarineamt (RMA) schon im ... 1908 statt, und auch Schiffspläne hierfür wurden von der ... schon damals dem RMA vorgelegt, ohne daß allerdings ...inzelheiten der Motorkonstruktion näher zur Erörterung ...rten. Zu praktischer Auswirkung führten die Verhand-...n damals allerdings noch nicht. Erst im Sommer 1910 ... der Plan zum Bau einer derartigen Maschine wieder auf-...ffen, und im Mai 1911 erteilte das RMA der GW den ...ag, eine für den Linienschiffsantrieb geeignete Sechszylin-...schine des Dieseltyps nach dem doppeltwirkenden Zweitakt-...ren mit einer Leistung von 12 000 PS_e herzustellen. Die ...be wurde fast genau ebenso umgrenzt wie bei der Groß-...chine der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (MAN) — ...Z. Bd. 67 (1923) Nr. 49 und 51 —, d. h. die GW sollte auch ...hst eine Dreizylindermaschine mit 6000 PS_e Leistung bauen, ...ch erfolgreicher Erprobung zur Sechszylindermaschine aus-...t werden sollte.

Einzylinder-Versuchsmaschine von 1911.

Schon bevor die Verhandlungen mit dem RMA ernsteren ...kter angenommen hatten, was erst vom November 1910 ab ...all war, hatte die Werft von sich aus den Beschluß gefaßt, ...er Einzylindermaschine die Ausführbarkeit so großer Diesel-...en zu prüfen. Diese ebenfalls als doppeltwirkender Zwei-...otor gebaute Einzylindermaschine konnte bereits im Winter ...2 ihre Versuche beginnen.

Die Zylinderbauart — und auf deren Entwicklung werden ...die folgenden Ausführungen im wesentlichen beschränken, ... für eine Zeitschrift zu umfangreich wäre, auf die allerdings ... beachtenswerte Entwicklung der zahlreichen übrigen Kon-...ionseinzelheiten einzugehen — unterschied sich von der-...n, die bei der MAN als Ausgangspunkt der Entwicklung ...lt wurde, durch die gesucht einfache Ausbildung der guß-...en Zylinderdeckel und durch die Anwendung besonderer ...serner Laufbuchsen, die in das aus Stahlguß hergestellte ...dergehäuse eingesetzt waren. Die Spülluft wurde durch Ven-... das Zylinderinnere eingeführt, wovon je vier oben und ... in wagerechter Achslage, vgl. die spätere Ausführungsform ...MAN, Z. 1923 S. 1095 u. f., Abb. 5 usw., in die Zylinder-... eingesetzt waren. Die Auspuffgase entwichen in Zylinder-... durch wellenförmige Schlitze, die von der Laufbuchse frei-...en wurden. Der Kolben hatte von Anfang an Wasserkühlung ...war aus zwei Gußeisenteilen zusammengesetzt, die durch ...hrauben fest miteinander verbunden waren und zusammen ...arres Ganze bildeten. Die Spülluft wurde in einer einfach ...ten, doppeltwirkenden Kolbenpumpe mit seitlich liegenden ...lkammern verdichtet, die erzeugte Motorleistung von einer ...sdynamo und einer Wasserbremse aufgenommen. Abb. 1 ...ine Vorstellung von der Zylinder-, Deckel- und Kolbenkon-...ion sowie vom allgemeinen Aufbau dieser Einzylinder-Ver-... maschine, Abb. 2 und 3 stellen Brennstoff- und Spülventil ...hnitt dar.

Am 13. November 1911 kam diese Maschine zum ersten Male ...eringer Leistung in Betrieb. Bereits am 25. November zeig-...ch, obwohl die Belastung noch kaum über Leerlaufleistung ...gekommen war, im unteren, mangelhaft gekühlten Teil des ...tzzylinders Risse, die wagerecht verliefen und als deren Ur-... man teils ungünstige Materialverteilung, teils auch Kolben-...n ansah. Die Risse wurden abgebohrt, und am 8. Dezember ...fand dann ein neuer 7½stündiger Versuch statt, bei dem von ...eiden Brennstoffventilen jeder Seite nur je eines mit Treiböl ...ist wurde. Am 19. Januar 1912 brachte man es auf 1275 PS_e ...rechend 1790 PS_i ($\eta = 0{,}713$); die angestrebte Leistung von ...PS_e, auf die hin der Zylinderdurchmesser mit 875 mm und ...olbenhub mit 1050 mm bemessen war, wurde nicht erreicht, ...s an Einblaseluft fehlte und die Drehzahl über 108 Uml./min hinaus wegen der dann auftretenden kritischen Drehzahl nicht gesteigert werden sollte.

Bei einem Nachtversuch Anfang Februar 1912 — man hatte inzwischen bei $n = 105$ Uml./min eine Höchstleistung von 1510 PS_e erzielt — brach infolge plötzlichen Nachgebens des Fundaments, das auf sehr schlechtem Baugrunde lag, die Kurbelwelle zwischen Kurbellager und Schwungrad, nachdem die Maschine längere Zeit hindurch mit 110 Uml./min gefahren war. Daß es trotzdem durch Ausflicken der Welle gelang, schon am 17. Februar den

Abb. 1. Zusammenstellung der Einzylinder-Versuchsmaschine.

Versuchsmotor plangemäß den Prinzen Heinrich von Preußen und Ludwig von Bayern im Betriebe vorzuführen, Umsteuermanöver mit ihr zu zeigen usw., ist eine Glanzleistung, auf welche die GW stolz sein kann. Aber mit ernster Versuchsarbeit an dieser Maschine war es vorbei. Beim Abbau wurde festgestellt, daß sich die vorerwähnten Risse im unteren Zylinderteil, die übrigens von einer Spülventildurchbrechung ausgingen, nicht erweitert hatten. Dagegen war die untere Kolbenhälfte rings um den Kolbenschaft herum durchgerissen; man hielt auch dies für eine Folge des schon erwähnten Festbremsens des Kolbens bei den ersten Versuchen.

Abb. 3. Spülventil der Einzylindermaschine.

Dreizylinder-Versuchsmaschine von 1912.

Die Dreizylindermaschine wurde nach der nun gewonnenen Erfahrung von vornherein auf ein neues, kräftiges Pfahlrostfundament gestellt. Sie war im Juli 1912 betriebsfähig. Anordnung und allgemeiner Aufbau sind aus Abb. 4 und 5 ersichtlich. Die vom Reichsmarineamt auch schon bei der MAN-Maschine angestrebte Verbindung zwischen Zylindern und Grundplatte durch eine verhältnismäßig leichte und gute Zugänglichkeit sichernde Anordnung geschmiedeter Säulen wurde hier von Anfang an durchgeführt. Die bei der MAN-Maschine gewählte Luftdruck-Steuerung fand hier ihr Gegenstück in einer Öldrucksteuerung, die — eigentlich wider Erwarten — von vornherein ausgezeichnet gearbeitet hat. Als Druckmittel diente Rizinusöl, das die wenigsten Störungen durch Luftgehalt befürchten ließ. Eine kleine, ständig mitlaufende Ölersatzpumpe sorgte dafür, daß jeder Verlust an Rizinusöl sofort ersetzt wurde, die Leitungen also stets gefüllt blieben. Abb. 6 zeigt die Anordnung der Rizinusölleitungen an der freilich erst viel später gebauten Sechszylindermaschine, Abb. 7 eine Schnittzeichnung der Öldrucksteuerung, auf deren genaue Beschreibung hier aus Platzmangel verzichtet wird, zu deren leichterem Verständnis jedoch noch folgende Angaben beitragen werden: Betätigt wurden durch diese hydraulische Steuerung die Spül- und die Brennstoffventile. Der Steuerwellennocken drückt beim Umlauf den Rollenhebel, dieser wieder den auf ihm liegenden unteren Steuerstempel hoch. Dadurch entsteht in der Öldruckleitung ein hoher Druck (etwa 80 at), der den oberen Steuerstempel aus dem am Zylinder sitzenden Steuertopf herauspreßt; dabei verschiebt er die Ventilspindel und öffnet so das Zylinderventil gegen den auf Schluß wirkenden Federdruck. Läuft die Rolle vom Nocken ab, so verliert die Ölsäule in der Druckölleitung wieder ihren Druck, und das Zylinderventil wird durch die [...] geschlossen. Wichtig für das zuverlässige Arbeiten dieser [...]rung ist natürlich, daß die Leitung stets voll gefüllt bleibt — d[...] die Anordnung der Ölersatzpumpe und der Ölersatzventile — [...] das Öl möglichst luftfrei ist. Letzteres wurde durch beso[...] Maßnahmen gesichert. Die Umsteuerung, zu deren Betät[...] eine Preßluft-Rundlauf-Umsteuermaschine bekannter Bauart [...] bot im übrigen nichts Bemerkenswertes.

Abb. 4 und 5. Dreizylinder-Versuchsmaschine vom Jahre 1912.

Abb. 2. Brennstoffventil der Einzylindermaschine.

Die Bauart des Arbeitszylinders der ersten Dreizyl[...]maschine, Abb. 8, weicht erheblich von derjenigen beim Ein[...]dermotor ab. Als Baustoff diente Gußeisen. Der innere, die [...]flächen enthaltende Arbeitszylinder war mit dem Wasserman[...] einem Stück gegossen; oben und unten waren von innen her [...]eiserne Deckel eingesetzt, Abb. 9 und 10. Für gute Kühlun[...] den Verbrennungsräumen zugekehrten Deckelwandungen [...] durch besondere Spülwasserrohre gesorgt. Der Kolben zeigt[...] genau dieselbe Ausführungsform wie bei der Einzylindermas[...] An Spülventilen hatte der Zylinder an jedem Ende — obe[...] unten — wieder je vier, an Brennstoffventilen je zwei. Nac[...] die ersten Schwierigkeiten an der behelfsmäßig angeor[...] Kompressoranlage, an den Spülventilen usw. überwunden [...] konnte der Motor soweit betriebsfähig gemacht werden, daß [...] bereits an eine Dauer-Abnahmeprobe dachte. Ein Program[...] diese mit genauer Zeit- und Personaleinteilung war schon [...]stellt. Da ergab sich jedoch ein neuer Aufschub, weil bei [...] Arbeitszylindern Beschädigungen bemerkt wurden. Die gen[...]

Abb. 6. Schema der Rizinusölleitungen. Ansicht auf Steuerbord-Seitenlangschott.

Abb. 8. Arbeitszylinder der ersten Dreizylinder-Versuchsmaschine.

…suchung führte dazu, … Zylinderbauart aufzu… da sie nicht betrieb… genug erschien.

…ch dem Abbau zeigte … folgendes Bild: Im un… Teile des vordersten, … nach der von der ver…ten Kurbelwelle aus an…benen Spülpumpe zu lie… Zylinders hatten sich … gebildet, die von den …entilöffnungen aus senk… nach oben verliefen. …ere, ebenfalls von den … Spülventilöffnungen …hende Risse wurden … im oberen Teile des… Zylinders sowie an den …lächen des mittleren Zy…s aufgefunden, während … hintere, vielleicht am …sten belastete Zylinder …chädigt geblieben war. …rsache der Rißbildungen … man in den ziemlich …fen Übergängen zwi… Zylinderwand und …entilstutzen, die bei der …ellung nicht genügend …rundet worden waren. …r Mangel in der Aus…ng mag sich bei dem vor…n Zylinder besonders …ar gemacht haben, weil … Hängenbleiben eines An…entils bei einem der Vor…che sehr hohe Drücke …linder aufgetreten waren, …wa schon vorhanden ge…e leichte Einrisse er…t haben konnten.

a Handregulierhebel.
b Ölersatzventil.
c Ölaustritt nach dem Hochbehälter bzw. Ablauftopf.
d Leitung nach dem Ventilsteuertopf.
e Ölzutritt von der Ölersatzpumpe.
f Steuerstempelgehäuse.
g Steuerstempel.
h Rollenhebel.
i Steuerwelle.

Abb. 7. Öldrucksteuerung.

Abb. 9. Oberer Zylinderdeckel 1 : 15.

Abb. 10. Unterer Zylinderdeckel 1 : 15.

…eue Zylinder 1912/13.

…her wurden nun drei neue …tszylinder hergestellt, die …lgemeinen von gleicher …t waren, bei denen aber die Spülventile mehr aus dem Ver…ungsraum herausgezogen, die Übergänge zu den Ventildurch…ungen mit großen Halbmessern ausgerundet, die Durch…ungen überdies durch besondere Spülwasserrohre ausgiebig …lt waren. Zwei Zylinder wurden überdies um die Lauf…ler herum mit Schrumpfringen verstärkt, die versuchshalber …ieder es Schrumpfmaß erhielten. Im Dezember 1912 kamen …euen Zylinder in Betrieb. Schon nach kurzer Betriebsdauer …twa 12 Stunden, bei der mit etwa 130 Uml./min eine Höchst…ng von 4800 PS$_e$ erreicht wurde, zeigten sich jedoch auch … an den Ventilöffnungen Risse. Ein Versuch, durch …ißung der Rißstellen wenigstens für eine gewisse Ver…eit noch Abhilfe zu schaffen, schlug fehl.

Ganz natürlich ergab sich aus dieser Lage der Wunsch, die großen Spülventilöffnungen durch Übergang zur Schlitzspülung zu vermeiden. Bei den geringen Erfahrungen wollte man aber noch nicht ganz auf Spülventile verzichten, die man des „Nachfüllens“ wegen, das den Beginn des Verdichtens mit Spülluftdruck statt nur mit 1 at sichert, für wünschenswert hielt. So entstand die in Abb. 11 dargestellte Zylinderform, die in der Laufflächenmitte Spül- und Auspuffschlitze nebeneinander, vergl. Abb. 12, außerdem aber oben und unten auch noch gegen früher erheblich kleinere Spülventile hatte. Auch diese Zylinder haben sich nicht bewährt. Die Deckel, Abb. 13 und 14, waren noch immer aus Gußeisen, die ebenfalls in Gußeisen ausgeführten Kolben, Abb. 15, hatten eine Kühlwasserführung, die darauf abzielte, die Dichtungs-

stellen innerhalb des Maschinengestells, durch die Leckwasser in die mit Schmieröl gefüllte Motorbilge gelangen konnte, ganz zu vermeiden; man wollte so jede Verunreinigung des nach Reinigung und Kühlung im Kreislauf wieder verwendeten Schmieröls durch Wasser und damit die gefürchtete Verseifung des Schmiermittels verhindern, was auch im vollen Umfange erreicht worden ist.

Haubenzylinder 1913.

Der nächste Schritt zur Verbesserung wurde nun im wesentlichen auf dem Wege der Materialänderung gesucht. Der neue Zylinder wurde nach folgenden Gesichtspunkten entworfen: Den Verbrennungsraum bildete ein Konstruktionsteil, der gestatten sollte, die günstigste Formgebung und den geeignetsten Baustoff durch Einzelversuche ausfindig zu machen, ohne daß man immer den ganzen Zylinder ersetzen mußte. Der starre Zusammenhang des inneren, die Lauffläche enthaltenden Zylinderteils mit dem äußeren Kühlmantel kam in Fortfall. Die gußeisernen Laufbuchsen wurden vielmehr für sich hergestellt und durch Flanschverschraubungen mit den „Hauben" verbunden, Abb. 16. Die Hauben wurden möglichst dünnwandig zunächst aus Stahlguß, später aus Nickelstahl hergestellt und bildeten zugleich auch die Deckel. Dieser innere Zylinderteil wurde in den gußeisernen Kühlmantel eingesetzt, der die mechanischen Kräfte auf die Zylinderplatte zu übertragen hatte. Die Hauben waren radial und axial frei dehnbar, alle Durchbrechungen

Abb. 11. Neuer Arbeitszylinder (1913) mit Schlitzspülung und vier kleinen Spülventilen auf jeder Seite.

Abb. 13. Neuer oberer Zylinderdeckel 1 : 15.

nach außen hin wurden frei durch den Kühlmantel hindurchgeführt und mit Stopfbüchsen abgedichtet. Auch bei diesem Zylinder konnte man sich anfangs noch nicht entschließen, von kleinen Ventilen zum Spülluftzusatz abzusehen, obwohl der Hauptteil der Spülluft durch Schlitze in das Zylinderinnere geblasen wurde.

Ein solcher Haubenzylinder wurde zunächst mit zwei Gußeisenzylindern der bisherigen Bauart zu der Dreizylindermaschine vereinigt und kam am 9. Mai 1913 zum ersten Mal in Betrieb, wobei die beiden Gußeisenzylinder ohne Brennstoff leer mitliefen. Die Belastung wurde schnell bis auf 2400 PS_i entsprechend etwa 1900 PS_e gesteigert. Bei der Untersuchung aber fanden sich neben anderen kleineren Schäden, die besonders den Verbindungsflansch am Laufzylinder und dessen Schraubenbolzen betrafen, im Zylinderunterteil abermals Risse, die sich bei Fortsetzung der Versuche schnell so erweiterten, daß Kühlwasser in den Verbrennungsraum gelangte. Auch am untern Kolbenteil, vgl. Abb. 16, traten Risse auf, die dazu zwangen, das beschädigte Stück zu erneuern. Nach Schweißung der Zylinderrisse trat man Mitte Juli 1913 nochmals in einen Vollastversuch ein, der voll befriedigte und damit Vertrauen zu der Stahlhaubenbauart erweckte, da die Risse auch durch Spannungen bei der Herstellung verursacht sein und sich daher durch sorgfältigere Vorbehandlung der Hauben vermeiden lassen konnten. Ein Ende Juli 1913 auf der GW ausbrechender Streik zwang dazu, die Versuche vorläufig einzustellen, doch gab die GW auf Grund der bereits gewonnenen Erfahrungen nun zwei weitere Zylinder, die Hauben z. T. bei dem Stammwerke von Fried. Krupp A.-G. in Esse[n in] Auftrag.

Am 28. Januar 1914 kam diese neue Dreizylinderma[schine] zum ersten Mal in Betrieb. Zum Vergleich hatte man die H[auben] des einen, schon geprüften Zylinders aus Stahlguß beibehalt[en, der] zweiter Zylinder hatte Hauben aus Nickelstahl-Formguß, der [dritte] solche aus Bronze. Alle drei Zylinder hatten Schlitzspülur[ng, da]neben aber noch kleine Spülventile. Schon die ersten Ve[rsuche] zeigten, daß die Haltbarkeit der neuen Zylinder wesentlich [...] daß aber anderseits durch die Schlitzspülung die errei[chbare] Höchstleistung gesunken war. Die „Rauchgrenze", d. [h. die] Leistung, bei deren Überschreitung sich der Auspuff me[rklich] verschlechterte, lag jetzt bereits bei 4500 PS_e, und selbst [...] ließ sich erst nach einer ganzen Reihe von Einzelversuche[n] nach vielerlei Änderungen der Verdichtung, der Düsenplatt[e (in] bezug auf Lochzahl und Lochdurchmesser) usw. bei befrie[digen]der Verbrennung erzielen. Die Absicht, zur Einschränku[ng der] Betriebsbeanspruchungen möglichst niedrige Enddrücke de[r Ver]dichtung einzustellen, führte zum Leistungsabfall; ausrei[chende] Leistungen standen nur bei Verdichtungsdrücken von me[hr als] 30 at in Aussicht. Trotz alledem aber gelang es nur, die Le[istung] bis auf 5280 PS_e bei 150 Uml./min zu steigern, so daß man [...] schon mit dem Gedanken umging, entweder für den zweiten [...]zylindersatz der Sechszylindermaschine oder sogar für alle 6 [...] der Durchmesser von 1000 mm (gegenüber bisher 875 mm) [zu] wählen, was ohne nennenswerte Verlängerung der Maschi[ne bei] der bisherigen Entfernung zwischen den Zylindermitten noch [mög]lich war, aber freilich bei jedem Zylinder ein Mehrgewich[t von] rd. 2000 kg bedingte.

Abb. 12. Abwicklung der Spül- und Auspuffschlitze.

Abb. 14. Neuer unterer Zylinderdeck[el]

Von den Versuchsergebnissen dieser Dreizylindermas[chine] sind für die weitere Entwicklung diejenigen besonders wi[chtig,] die den Vergleich zwischen reiner Schlitzspülung, also bei [ab]gesetzten Spülventilen, und gleichzeitiger Schlitz- und V[entil]spülung betreffen. Sie führten zu der Erkenntnis, daß die kl[einen] Spülventile zwecklos waren, weil sie weder die Leistung steig[erten] noch die Verbrennung merklich verbesserten. Da die V[entil]öffnungen trotz des verkleinerten Ventildurchmessers die [Riß]bildung begünstigten, so entschloß man sich auf Grund [der] Versuche, bei Neuausführung von Zylindern zur reinen S[chlitz]spülung überzugehen. Bei der vorhandenen Maschine nahm [man] die Spülventile heraus und verschloß die Öffnungen durc[h ge]kühlte Deckel.

Nachdem eine fünfstündige Probe am 30. April 1914 m[it] 5000 PS_e Leistung (Brennstoffverbrauch ausschließlich der g[eson]dert angetriebenen Kompressoren, Wasser- und Schmierölpu[mpen] aber einschließlich der an die Hauptmaschine angehängten [...] Brennstoff-, Rizinusölpumpen und Zylinderschmierst[off...] ·220 g/PS_eh) den Beweis erbracht hatte, daß die Maschine ohne [Spül]ventile, also mit wassergekühlten Ventileinsätzen, an H[öchst]leistung nichts eingebüßt hatte, trat man am 6. Mai 1914 in [eine] längere Dauerfahrt ein mit der Absicht, sie als Abnahme[...] 5 Tage lang ununterbrochen durchzuführen. Bei diesem [Ver]suche, der durch Störungen untergeordneter Art — Kompre[...]

...siden, Einreißen eines Preßluftrohres, Abreißen der Kolben-k...lwasserleitung, Verstopfung eines Kühlwasser-Abflußrohrs d...h Formsandrückstände u. dergl. — einige Unterbrechungen ...hr, wurde eine mittlere Bremsbelastung von 4818 PS$_e$ bei 1... Uml./min, am Schluß für drei Stunden eine Höchstleistung v... 5280 PS$_e$ bei 150 Uml./min erreicht, wobei der Brennstoffver-b...ch für die Hauptmaschine allein (einschließlich der an sie an-...ängten Hilfsmaschinen) im Mittel 206,1 g/PS$_e$h betrug, Abb. 17. A... 11. Mai abends fand dieser Versuch nach insgesamt 120 Be-...stunden sein Ende. Am 12. Mai wurde dann mit abgestellten u...ren Zylinderenden und nur je einer mit Treiböl versorgten B...nnstoffnadel an den oberen Zylinderenden — das Zylinderende h...e je zwei Brennstoffventile — eine halbstündige Leerlaufprobe angeschlossen, die befriedigend verlief und bei sicherem Betrieb als niedrigste Drehzahl 40 Uml./min ergab.

Die Untersuchung zeigte dann, daß von den Baustoffen für die Hauben der Nickelstahl offenbar der geeignetste war. Eine Bronzehaube des vordersten Zylinders war an der Stopfbüchsenkante, die allerdings

Abb. 15. Zusammenstellung der Kolbenkühlung.

n...h eine verbrennungsmotorisch etwas ungünstigere F...m als bei den anderen Zylindern hatte, radial ein-g...issen. Eine Stahlgußhaube des hintersten Zylin-d...s war unversehrt, die andre hatte schon vor dem L...erlauf einen offensichtlich durch Gußfehler ver-u...achten Riß gezeigt, der länger geworden war. Die N...kelstahlhauben wiesen dagegen keine Schäden auf.

Die gußeisernen Kolbenoberteile am mittleren u... hinteren Zylinder waren in bester Ordnung, da-g...en zeigten die des vorderen Zylinders einen etwa 1... mm langen Haarriß, vielleicht weil an diesem K...ben die Wasserzuführung während des Versuchs g...issen war und sich der Kolben dadurch über-h...t hatte. Bemerkenswerterweise zeigten aber a... drei Kolbenunterteile, ebenfalls aus Guß-ei...n hergestellt, den gleichen, nahe der Kolben-s...ge ringsum laufenden Riß an denjenigen Stellen, a... denen die mit den heißen Verbrennungsgasen in Berührung k...mmenden Teile an der freien Ausdehnung behindert waren.

Weitere Verbesserungen.

Dies zwang zu einer grundlegenden Änderung der Kolbenkon-s...uktion. Die Kolbenunterteile wurden nun aus demselben Nickel-s...lguß wie die Hauben des mittleren Zylinders ohne Rippen mit e...fachen, dünnen Wänden hergestellt und durch Stützkegel a, vgl. Abb. 18, versteift, die sich auf der unteren Kolbenfläche verschieben konnten, wenn sich diese Kolbenwand stärker dehnte als der kühler bleibende Kegel. Die Kolbenoberteile, die als „Laufkolben" dienen mußten, wurden auch weiterhin aus Gußeisen gemacht, aber so gebaut, daß sie sich wie die Unterteile axial und radial frei dehnen konnten. Ober- und Unterteil wurden durch ein federndes Ausdehnungsstück b verbunden, das sich in der Folge als sehr zweckmäßig erwies und in einem Fall, wo eine Düsenplatte während des Betriebes in den Zylinder fiel, den Kolben vor schwerem Schaden bewahrt hat. Im übrigen verlangte das RMA vor Wiederholung des Fünftageversuchs, daß die Stahlguß- und die Bronzehauben im hinteren und vorderen Zylinder durch solche aus Nickelstahl ersetzt würden.

Die Arbeiten wurden nun durch den inzwischen erfolgten Kriegsausbruch empfindlich verzögert. Alle unmittelbar für die

Abb. 16. Zusammenstellung des „Haubenzylinders" (1913).

Abb. 17. Spezifischer Brennstoffverbrauch in Abhängigkeit von der Leistung.

Kriegsführung erforderlichen Arbeiten gingen selbstverständlich der Großölmaschine vor, deren Verwendung noch während dieses Krieges ausgeschlossen schien. So wurde es November, bis die Versuchsmaschine wieder betriebfähig war, und dabei hatte man im hinteren Zylinder noch die obere Bronzehaube beibehalten, weil Krupp, Essen, ebenfalls sehr stark durch die Kriegsbedürfnisse in Anspruch genommen, deren Ersatz aus Sonderstahl noch immer nicht hatte liefern können.

Abb. 18. Haubenzylinder mit reiner Schlitzspülung und verbessertem Kolben (1914).

In dem Bestreben, der vorgeschriebenen Höchstleistung von $3 \times 2000 = 6000$ PS_e wenigstens nahezukommen, wurden diesmal die Verdichtungsräume so eingestellt, daß der Enddruck in der oberen Totpunktlage 37 bis 38 at, in der unteren 33 bis 34 at (bei warmer Maschine) betrug.

Nach kurzen Vorproben ging man dann am 23. November 1914 mittags abermals in einen Dauerversuch hinein, der mit einigen Unterbrechungen bis zum 29. November früh ausgedehnt wurde. Das alte, mit der Maschine genau vertraute Personal konnte unter den Kriegsverhältnissen nur zum Teil bei diesem Versuch belassen werden; das neue machte verschiedentlich Fehler, die zum Stillsetzen der Maschine zwangen. Die Kompressoren waren für den Vollbetrieb des Motors noch immer nicht ausreichend bemessen, die Maschinen daher meist überlastet, was zu Störungen führte; gewisse Arbeitsausführungen, besonders den Rohrleitungen (Lötungen), erwiesen sich — wieder Folgewirkung der Kriegsverhältnisse — als mangelhaft. war dieser Dauerversuch für die Betriebsleitung ein diger, aufreibender Kampf mit Tücken, gegen die sie mach war, und es ist hoch anzuerkennen, daß er trotz alledem zäher Energie durchgeführt wurde. Tagsüber wurde die Leis der Dreizylindermaschine im allgemeinen auf 5000 PS_e geha während der Nacht wurde sie mit Rücksicht auf die vermin Zuverlässigkeit des Bedienungspersonals auf 4500 PS_e herab setzt. Die Drehzahl betrug tagsüber etwa 143, nachts 120 Uml./min, der Einblasedruck bei der Höchstleistung rd. Der Auspuff war bis zu 4200 PS_e gut, bis zu 4500 PS_e w darüber hinaus aber stärker sichtbar.

Nach Beendigung dieses Dauerversuchs, an den sich zufriedenstellende Umsteuermanöver angeschlossen hatten, schien der Zustand der Maschine recht befriedigend. Die Bro haube zeigte allerdings in dem gewölbten Bodenteil der Innen einen anscheinend 250 mm langen, ¾ mm klaffenden Riß, der dem Erkalten auch auf der Kühlwasserseite um den halben Zy derumfang herum sichtbar war. Alle übrigen Hauben und s liche Kolbenteile waren aber unbeschädigt. Trotzdem verla das RMA vor der Abnahme der Dreizylindermaschine einen 24stündigen Vollastlauf, der am 8. Januar 1915 vers wurde, aber nach 13stündiger Betriebszeit abgebrochen wer mußte, weil ein gußeiserner Kolbenoberteil gebrochen war; die Schaden war auf Materialüberhitzung und danach folgende schreckung zurückzuführen; losgelöste Packung hatte nämlich Kühlwassergänge der Kolbenkühlung vorübergehend verst und dann plötzlich wieder freigegeben. Am 25. Januar wurde der 24stündige Versuch wiederholt und nun einwand und ohne Störung bis zum 26. Januar durchgeführt, wobei nah dauernd eine Leistung von 5100 PS_e (7300 PS_i) und wäh der letzten drei Stunden sogar 5500 PS_e (7930 PS_i) bei mäß Rauchentwickelung durchgehalten werden konnten. Die Dreh betrug bei der Höchstlast 145 Uml./min. Der Brennstoffverbra für die Hauptmaschine und die zu ihrem Betriebe nötigen H maschinen wurde zu 150 g/PS_ih bei 5100 PS_e und zu 154 g/ bei 5500 PS_e ermittelt, er lag damit unter der Garantiezahl 160 PS_ih, die sich allerdings auf die geforderte, aber nicht reichte Höchstleistung von 6000 PS_e bezog. Da der Befund dem Versuch in jeder Beziehung befriedigte, so erteilte RMA nunmehr die Genehmigung zum Ausbau der Drei- Sechszylindermaschine, sprach aber dabei die Erwartung daß es der GW gelingen würde, mit dieser die volle Vertr leistung von 12 000 PS_e zu erzielen. [B 482] (Schluß folgt

Das deutsche Gesetz über die Temperaturskale und die Wärmeeinheit.

Von Max Jakob, Charlottenburg.

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Entstehung und Bedeutung des Gesetzes.

Während die Einheiten für die Längen-, Flächen-, Raum- und Gewichtsmessungen zuerst durch die Maß- und Gewichtsordnung vom 17. August 1868 und dann durch die jetzt gültige vom 30. Mai 1908 und die Einheiten für elektrische Messungen durch das Gesetz über die elektrischen Maßeinheiten vom 1. Juni 1898 festgelegt worden sind, waren bis jetzt die Wärmemessungen nicht entsprechend gesetzlich geregelt. Das mag berechtigt gewesen sein, solange die Einheiten für die Wärmemessungen entweder meßtechnisch nicht genügend genau bestimmt waren oder sich die beteiligten Kreise nicht einigen konnten. So lange mußten auch die Nachteile hingenommen werden, die unausbleiblich sind, wenn eine gesetzliche Festlegung wirtschaftlich wichtiger Grundeinheiten fehlt. Da aber seit geraumer Zeit die Grundlage für ein derartiges Gesetz gegeben und darüber insbesondere in der deutschen Industrie eine einheitliche Auffassung herbeigeführt war, schien es geboten, auch die thermischen Maßeinheiten gesetzlich festzulegen, in ähnlicher Weise, wie das für die elektrischen Maßeinheiten längst mit gutem Erfolge geschehen ist.

Im Normenausschuß der Deutschen Industrie wurde daher schon, als die Gründung des Ausschusses für Druck- und Wärmemessungen im Jahre 1918 vorbereitet wurde, darauf hingewiesen, daß eine der ersten Aufgaben dieses Ausschusses die sein müsse, die Réaumur-Skale in Deutschland endgültig aus dem Gebrauch auszumerzen, und daß sich möglicherweise die hundertteilige Temperaturskale durch Gesetz ebenso festlegen lasse wie das metrische Maßsystem. Diese Anregung war nicht neu. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt prüft schon seit dem Jahre 1900 nur n Thermometer mit Celsius-Skale; das Reichsamt des Inne hat im Jahre 1901 die Einführung der hundertteiligen Skale dem Verwaltungswege versucht, die Bayerische Akader der Wissenschaften im Jahre 1917 sogar vorgeschla die Anfertigung anderer als Celsius-Thermometer zu verbieten, endlich hat die Physikalisch-Technische Reichsanstalt in ein Bericht an den Staatssekretär des Innern vom Mai 1918 empfoh die hundertteilige Skale für das Deutsche Reich gesetzlich ein führen. Trotzdem hat sich die Réaumur-Skale neben der Cels Skale vor allem im Gärungsgewerbe und im bürgerlichen Le bis jetzt erhalten.

Der Ausschuß für Druck- und Wärmemessungen des Norm ausschusses wurde im Januar 1920 gegründet und beschloß gl bei seiner ersten Sitzung im Juni 1920 in einer Eingabe an Reichsregierung die gesetzliche Festlegung der hundertteili Temperaturskale anzuregen, nachdem auch die anwesenden V treter des Deutscher Brauerbundes und der übrigen Gärun industrie sich damit einverstanden erklärt hatten. Daraufhin r teten im Januar 1921 der deutsche Verband technisch-wissensch licher Vereine und der Normenausschuß der Deutschen Indus zusammen an das Reichsministerium des Innern eine im A schuß für Druck- und Wärmemessungen entworfene Denksch in der sie die gesetzliche Festlegung der Temperaturskale und Wärmeeinheiten forderten. In dieser Eingabe wurde auf die sundheitlichen Schädigungen hingewiesen, die z. B. durch Miß ständnis ärztlicher Verordnungen möglich sind, wenn die Cels und Réaumur-Skale verwechselt werden. Vor allem aber wu die folgenden technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkte angefü

1. Temperaturmessungen bilden vielfach die Grundlage für ...gliche Vereinbarungen über den Wärmezustand. So wird ...r Regel die tiefste zulässige Zimmertemperatur bei Sammel...ng von Wohnhäusern oder die höchste zulässige Temperatur ...hlräumen durch Vertrag festgelegt. Nach der Temperatur ... eine Dampfturbine eintretenden, überhitzten Dampfes richtet ...der Wirkungsgrad, den der Hersteller der Turbine zu gewähr...n pflegt. Gemäß den Vorschlägen des Ausschusses für Ein...n und Formelgrößen ist es heutzutage in Wissenschaft und ...nik üblich, unter der Bezeichnung 50° (ohne zugesetztes C) ...elsius zu verstehen. Es ist ein unerträglicher Zustand, daß ...inem auf der Grundlage dieser Bezeichnungsweise abge...ssenen Vertrag, etwa für die Temperatur eines Trocken...es, der eine Vertragschließende erklären kann, er habe Grade ... mur gemeint.

2. Temperaturmessungen bilden häufig auch die Grundlage ...en Verkauf von Wärme, z. B. bei Dampffernleitungen, Fern...wasserversorgung (von Bädern und dergl.) oder bei der ...antie eines Höchstwertes der Wärmeverluste, z. B. bei ...Lieferung von Rohrleitungsisolierungen, wobei die Tem...urmessung eigentlich eine Wärmemengenmessung ver... Aber wenn auch die übertragene Wärmemenge selbst ...nbart wird, ist die Temperatur doch stets eine wesentliche ...dlage der Messung, z. B. wenn die durch strömende Flüssig...n oder Gase übertragene Wärme aus der Menge, spezifischen ...ne und Temperatur bestimmt wird, oder der Wärmeverlust ... Anlage aus den Abmessungen, der Wärmeleitfähigkeit und ...Temperaturgefälle des Isoliermittels. Die Sachlage ist ähnlich ...ei der Abgabe und Messung von elektrischer Energie, für ...s erwähnte Gesetz vom 1. Juni 1898 grundlegend ist. In der ...en, auf weitgehende Ausnutzung der Wärme bedachten Zeit ...e Grundlage für die Messung der Wärmeenergie um so wich... als Wärmeverkauf, Wärmeverluste und Wärmegarantien ... immer größere Rolle spielen.

3. Auch aus Gründen der Herstellung und Lagerhaltung ...ehlt es sich, eine einzige Temperaturskale gesetzlich festzu... Sonst müßten bei der Vorliebe der Verbraucher für Alt...hntes von den Thermometerfabriken nach wie vor zwei Skalen ...einander und außerdem noch Doppelskalen hergestellt wer...lso z. B. für ein Zimmerthermometer drei verschiedene Aus...ngen je nach dem Verlangen des Käufers. Dadurch werden ...ellung, Lagerhaltung und Listenführung ganz außerordent...elastet. Ein Verschwinden der Réaumur-Skale ist dem Her...r daher sehr erwünscht, es kann aber nur durch das Gesetz ...ht werden, ähnlich wie die Elle erst nach der gesetzlichen Ein...ng des Meters verschwunden ist.

Eine einheitliche Temperaturskale ist auch für den inter...nalen Verkehr von Wichtigkeit. Schon vor dem Krieg war ...internationale Regelung der Temperaturskale angestrebt und ...gefördert worden. Die Verhandlungen hierüber mit dem Aus... sind mittlerweile wieder aufgenommen worden. Wenn man ... kleinen Meinungsverschiedenheiten absieht, die nur rein ...nschaftliche Bedeutung haben, so besteht international über ...rundlagen der Temperaturskale kein Meinungsunterschied.

Als Einheit der Wärmemenge schlug die Denkschrift die ...alorie und — vorbehaltlich genauer Prüfung — als eine ...e Einheit die Kilowattstunde vor. Als Behörde zur Prüfung ...Beglaubigung der thermischen Meßgeräte sowie zur tech...en Aufsicht über das Prüfwesen sollte die Physikalisch-Tech...e Reichsanstalt bestimmt werden.

Daraufhin wurde die Physikalisch-Technische Reichsanstalt ...ler Reichsregierung beauftragt, einen Gesetzentwurf abzu...n. Nach langwierigen Einzelverhandlungen zwischen den Re...ngen des Reiches und der Länder, den beteiligten Industrien ...Prüfbehörden ist dann das Gesetz über die Temperaturskale ...die Wärmeeinheiten vom 7. August 1924 zustande gekommen. ... seine wirtschaftliche Bedeutung geben die obigen Ausführun...wohl genügend Aufschluß.

Erläuterung der Hauptpunkte des Gesetzes.

Nach dem ersten Paragraphen des Gesetzes wird als gesetz... Temperaturskale die „thermodynamische Skale“ eingeführt, ... der Maßgabe, daß die normale Schmelztemperatur des Eises ...0° und die normale Siedetemperatur des Wassers mit 100° ...chnet wird. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt hat ... Temperaturskale festzulegen und bekanntzugeben.“

Da man gewohnt ist, schlechthin von der „Celsius-Skale“ oder ...hundertteiligen Skale“ zu sprechen, ist die Fassung dieses ...graphen dem Fernerstehenden zu erklären. Die primitivste ...egung einer hundertteiligen Skale bestände darin, daß man ...r Kapillare eines Quecksilberthermometers den Eispunkt und ...ersiedepunkt kennzeichnet, den Abstand linear in 100 Teile teilt und mit gleicher Teilung nach oben und unten extrapoliert. Das ergäbe eine Temperaturskale, die — abgesehen von andern Mängeln — sehr schlecht nachzuschaffen wäre, da die den Gradwert bestimmende Ausdehnung des Quecksilbers im Vergleich zu der des Glasgefäßes wesentlich von der Glasart abhängt. Man ist daher zu Gasthermometern übergegangen, bei denen die Ausdehnung des Gefäßes gegen den Inhalt geringfügig ist, und hat die Ausdehnung des Gases bei gleichbleibendem Druck oder die Drucksteigerung bei gleichbleibendem Volumen als Temperaturmaß genommen. Aber auch hier ergaben sich kleine Verschiedenheiten je nach der Art des Gases, insbesondere beim Übergang zu hohen und tiefen Temperaturen. Durch Extrapolieren auf ganz kleine Drücke und durch Übergang zu einatomigen Gasen verringerte man diese Unstimmigkeiten und kam so zu dem Begriff eines „idealen“ oder „vollkommenen Gases“, dessen Zustandsänderungen nach dem einfachen Gasgesetz

$$p\,v = R\,T = R\left(\frac{1}{\alpha} + t\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

erfolgen sollen. Die auf Gl. (1) aufgebaute Temperaturskale nennt man die „thermodynamische Skale“. Der Name kommt daher, daß man auch auf rein thermodynamischem Wege zu ihr gelangt, z. B. wenn man bei einem durch zwei isothermische und zwei adiabatische Zustandsänderungen gebildeten Carnotschen Kreisprozeß die bei der höheren Temperatur T_1 aufgenommene Wärmemenge W und den davon in mechanische Arbeit umgewandelten Anteil M mißt. Ist die tiefere Temperatur des Prozesses die Eisschmelztemperatur T_0, dann gilt

$$\frac{M}{W} = \frac{T_1 - T_0}{T_1}$$

oder

$$T_1 = \frac{T_0}{1 - \frac{M}{W}},$$

wodurch die Temperaturskale festgelegt ist. Praktisch läßt sich zwar auf diese Weise die Skale nicht darstellen; aber die unabhängig vom arbeitenden Stoff rein durch einen Kreisprozeß definierte thermodynamische Skale hat den ungeheuren Vorzug, daß sie selbst bei den höchsten Temperaturen, bei denen die Gasthermometrie versagt, noch gültig ist und daher auch für Strahlungsmessungen die Grundlage gibt[1]).

Nach dieser Abschweifung kehren wir zur Verwirklichung der Temperaturskale zurück: Mißt man z. B. bei gleichbleibendem Druck die Volumina v_0 und v_{100} bei der normalen Schmelztemperatur des Eisens und der normalen Wassersiedetemperatur, die mit $t = 0$ und $t = 100$ zu bezeichnen sind, so folgt aus (1)

$$\frac{v_{100}}{v_0} = \frac{\frac{1}{\alpha} + 100}{\frac{1}{\alpha}},$$

hieraus

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{100\,v_0}{v_{100} - v_0} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

und aus (1) und (2) für eine beliebige andere Temperatur t

$$\frac{v}{v_0} = \frac{\frac{1}{\alpha} + t}{\frac{\alpha}{1}}$$

oder

$$v = v_0 \frac{\frac{100\,v_0}{v_{100} - v_0} + t}{\frac{100 v_0}{v_{100} - v_0}} = v_0 + \frac{v_{100} - v_0}{100}\,t \quad . \; . \; . \; . \quad (3).$$

Es ist aber wohl zu beachten, daß Gl. (3) streng nur für $p = 0$ gilt. Da man aber ganz kleine Drücke nicht verwirklichen kann, so müssen gasthermometrische Versuche bei verschiedenen Drücken gemacht und auf $p = 0$ extrapoliert werden. Dann stellt Gl. (3) die in Deutschland jetzt eingeführte gesetzliche Temperaturskale dar. Da die erforderlichen gasthermometrischen Messungen sehr schwierig sind und ganz besondere Einrichtungen erfordern, ist die Physikalisch-Technische Reichsanstalt beauftragt, die gesetzliche Skale praktisch durch besondere Bestimmungen festzulegen, die zu veröffentlichen sind. Hierüber wird im dritten Abschnitt dieses Aufsatzes berichtet.

Nach dem zweiten Paragraphen des Gesetzes sind gesetzliche Einheiten für die Messung von Wärmemengen die Kilokalorie (kcal) und die Kilowattstunde (kWh). „Die Kilokalorie ist diejenige Wärmemenge, durch welche 1 kg Wasser bei Atmosphärendruck von 14,5° auf 15,5° erwärmt wird. Die Kilowattstunde ist 860 Kilokalorien gleich zu erachten.“

[1]) s. hierüber F. Henning, Die Grundlagen, Methoden und Ergebnisse der Temperaturmessung. Braunschweig, 1915, Vieweg & Sohn, S. 130.

Durch das Elektrizitätsgesetz sind die elektrischen Größen Ampere und Ohm festgelegt, aus denen sich die Kilowattstunde ohne weiteres ergibt. Es hätte daher nahegelegen, nur die Kilowattstunde, die als Maß für die Entwicklung von Wärme auf elektrischem Wege und als mechanisches Energiemaß bereits eingeführt ist[1]), als gesetzliche Wärmeeinheit anzunehmen. Dem stand die vieljährige Anwendung der Kilokalorie in der gesamten Wärmetechnik und die Anschaulichkeit ihrer Definition entgegen. Da somit Ansichten und Interessen im Widerstreit standen, mußten beide Einheiten in das Gesetz aufgenommen werden. Der Umrechnungsfaktor wäre nach den zuverlässigsten Messungen[2]) 860,38; er ist für den praktischen Gebrauch auf 860 abgerundet worden.

Die beiden folgenden Paragraphen des Gesetzes bestimmen, daß im geschäftlichen Verkehr Temperaturen und Wärmemengen nur nach den gesetzlichen Einheiten gemessen werden dürfen. Welche Abweichungen die Meßgeräte von ihren Sollwerten haben dürfen, wird von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt festgesetzt. Die Verwendung von Meßgeräten mit größeren Fehlern ist verboten. Vor der Festsetzung der Toleranzen beabsichtigt die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, sich mit den beteiligten Kreisen der Hersteller und Verbraucher in Verbindung zu setzen, um den beiderseitigen Interessen gerecht zu werden. Ein Eichzwang ist nicht beabsichtigt; er kann in besonderen Fällen gemeinsam vom Reichsminister des Innern und dem Reichswirtschaftsminister unter Zustimmung des Reichsrates verfügt werden.

Durch die Paragraphen 5 und 6 werden die Prüfungen und Beglaubigungen der Meßgeräte geregelt und die Reichsanstalt mit der technischen Aufsicht über das Prüfungswesen im ganzen Reichsgebiet betraut.

Die beiden letzten Paragraphen endlich enthalten Strafbestimmungen und die Termine für das Inkrafttreten des Gesetzes.

Durch das Gesetz wird an dem bestehenden Zustand nichts Wesentliches geändert. Es wird aber einmal jeder Zweifel über die Temperaturskale und die Wärmeeinheit beseitigt, dann die Réaumur-Skale aus dem geschäftlichen Leben ausgeschaltet, so daß sie auch aus dem privaten Gebrauch völlig verschwinden dürfte; es wird endlich eine Handhabe geschaffen gegen unredliche Messungen und gegen den Absatz ganz minderwertiger Meßgeräte für den geschäftlichen Verkehr.

Praktische Grundlagen der gesetzlichen Temperaturskale.

Nach § 1 des Gesetzes hat die Physikalisch-Technische Reichsanstalt die Temperaturskale festzulegen und zu veröffentlichen. Dies ist geschehen durch eine Bekanntmachung im Reichsministerialblatt[3]), worin die gasthermisch gemessenen Temperaturen bei acht besonders geeigneten Fixpunkten (Schmelzpunkte, Siedepunkte u. dergl.) und Interpolationsformeln angegeben werden, nach denen beliebige Temperaturen aus Messungen mit elektrischen Thermometern berechnet werden können, wenn diese Thermometer bei den Fixpunkten geeicht sind. Hiernach wird die Temperatur t gemessen:

1. zwischen — 193 ° und dem Schmelzpunkt des Eises durch den Widerstand R eines reinen Platindrahtes nach der Beziehung

$$R_t = R_0 (1 + a_1 t + b_1 t^2 + c_1 t^4),$$

[1]) Vergl. M. Jakob, Z. Bd. 65 (1921) S. 70.
[2]) Vergl. W. Jaeger und H. v. Steinwehr, Sitz. Ber. d. Preuß. Akad. der Wiss. 1915 S. 424 und Annalen der Phys. Bd. 64 (1921) S 305
[3]) Vergl. Bd. 52 Nr. 40 vom 17. Oktober 1924 S. 335.

deren Konstanten R_0, a_1, b_1 und c_1 durch Eichung des Pl drahtes bei dem Siedepunkt des Sauerstoffes $t = -183{,}00°$ 760 mm Quecksilbersäule), dem Sublimationspunkt der Ko säure $t = -78{,}50°$ (bei 760 mm Quecksilbersäule), dem Er rungspunkt des Quecksilbers $t = -38{,}87°$ und dem Schmelzp des Eises $t = 0{,}000°$ bestimmt sind;

2. zwischen dem Schmelzpunkt des Eises und dem Er rungspunkt des Antimons durch den Widerstand R eines re Platindrahtes nach der Beziehung

$$R_t = R_0 (1 + a_2 t + b_2 t^2),$$

deren Konstanten R_0, a_2 und b_2 durch Eichung des Platindr bei dem Schmelzpunkt des Eises $t = 0{,}000°$, dem Siedepunkt Wassers $t = 100{,}000°$ (bei 760 mm Quecksilbersäule) und Siedepunkt des Schwefels $t = 444{,}60°$ (bei 760 mm Quecksi säule) bestimmt sind;

3. zwischen dem Erstarrungspunkt des Antimons und Schmelzpunkt des Goldes durch die elektromotorische Kr eines Thermoelementes aus reinem Platin gegen eine Legie von Platin mit 10 vH Rhodium, dessen Lötstellen auf die peraturen t und 0° gebracht sind, nach der Beziehung

$$e = a_3 + b_3 t + c_3 t^2 + d_3 t^3,$$

deren Konstanten a_3, b_3, c_3 und d_3 durch Eichung des Th elementes bei den Erstarrungspunkten des Zinks und des mons (nach Ziffer 2 zu ermitteln) sowie des Silbers $t = 96$ und dem Schmelzpunkt des Goldes $t = 1063°$ bestimmt sind

4. oberhalb des Schmelzpunktes des Goldes durch das einer Wellenlänge λ des sichtbaren Lichtes beobachtete Verh der Helligkeit H_t eines schwarzen Körpers von der Temper zu seiner Helligkeit H_{Au} bei der Goldschmelztemperatur nac Beziehung

$$\ln \frac{H_t}{H_{Au}} = \frac{c}{\lambda} \left[\frac{1}{t_{Au} + 273} - \frac{1}{t + 273} \right],$$

deren Konstanten $t_{Au} = 1063°$ und $c = 1{,}43$ cm Grad sind.

Es werden ferner Formeln gegeben für die Umrechnun verwendeten Fixpunkte auf einen von 760 mm Quecksilbersäu weichenden Beobachtungsdruck, eine Anzahl Fixpunkte zw Ordnung, deren höchster der in der Reichsanstalt geme Schmelzpunkt des Wolframs von 3400° ist, und Erläuteru über die Reinheit des zu verwendenden Platindrahtes, des Th elementes und drgl. Außerdem sind eine Prüfordnung und schriften über die Ausrüstung der Prüfämter in der Bek machung enthalten.

Man erkennt, daß die durch die obigen Vorschriften ein bestimmte Temperaturskale ein sehr kompliziertes Gebilde ist es wird jetzt verständlich sein, daß es so lange gedauert ha man zu einer gesetzlichen Festlegung und zu internationalen handlungen schreiten konnte, während man im Maß- und Gew wesen und bei den elektrischen Einheiten viel früher zu d Ziele gelangt ist.

Die absolute Genauigkeit der gesetzlichen Temperatur kann geschätzt werden:

bei	— 200 °	auf	0,02 °
von	— 100 bis + 100 °	auf	0,01 °,
bei	500 °	auf	0,1 °
„	1000 °	„	1 °
„	1500 °	„	3 °
„	2000 °	„	10 °
„	3000 °	„	50 °.

[B

Einfluß der Höhenlage des Betriebsortes auf elektrische Maschinen.

Da alle für Maschinen gewährleisteten Zahlen überwiegend den Verhältnissen im Flachlande entsprechen, wird es mit dem Fortschreiten der Kraftwirtschaft auch in Gegenden über 1000 m ü. M. unbedingt erforderlich, den Einfluß der Höhenlage bei dem Entwurf zu berücksichtigen. Hierüber handelt ein Aufsatz von Dr.-Ing. K. Lubowsky in einem Sonderdruck der AEG.

Der Aufsatz geht von den physikalischen Eigenschaften der Luft aus, da die Änderung der Schwerkraft praktisch vernachlässigt werden kann, und zwar ist zu beachten: 1. Die Änderung der Luftdichte, 2. die Änderung der Wärmeleitfähigkeit der Luft, 3. die Änderung der dielektrischen Festigkeit der Luft, 4. die Änderung des Sauerstoffgehaltes der Luft auf 1 m³.

So bringt z. B. die höhere Lage infolge des abfallenden mittleren Luftdruckes bei Elektromaschinen eine schlechtere Abführung der Verlustwärme mit sich. Hierdurch kann unter Umständen die nach den deutschen Normen zulässige Grenzerwärmung überschritten werden. Man muß daher in höher gelegenen Betriebsorten von Fall zu Fall die Nennleistung ändern. Die englischen Normen verlangen mit einer Gültigkeit bis zu 3000 m von 1000 m an aufwärts eine Herabsetzung der zulässigen Erwärmung um 0,5 vH, die amerikanischen um 1 vH für je 100 m.

Die Beziehung zwischen zulässiger Übertemperatur und V verlusten ist rechnerisch nicht zu erfassen. Bei einer Maschine, Eisenverluste gleich den Kupferverlusten sind, und die nicht mit kühlung arbeitet, ist die Nennleistung verhältnisgleich der Überte tur herabzusetzen. Bei starker Luftkühlung, z. B. bei Turbodyn muß man die Nennleistung gegebenenfalls stärker als die Überte tur vermindern. Für Transformatoren mit Selbst- und Fremdk gelten ähnliche Verhältnisse. 80 vH der Verlustwärme wird Leitung der Luft abgeführt. Zum Ausgleich der verschlechterten W abfuhr in höheren Lagen muß entweder die Nennleistung des formators vermindert oder die Abkühlung verbessert, d. h. der Öl vergrößert werden. Bei Transformatoren mit Glattblechkasten b die Leistung nicht so stark vermindert zu werden, da der durch lung abgeführte Teil der Verluste hier erheblich größer ist. Mi reichender Annäherung kann man sich am besten nach folgender formel richten: Die Nennleistung eines selbstkühlenden Transfor ist bei mehr als 1000 m Höhenlage für je 100 m um 0,5 vH zu vermi Ob man die Nennleistung herabsetzt oder den Ölkasten vergrößert jeweils durch Preisvergleich festgestellt werden.

Auch für die Überschlagspannung von Isolatoren ist die Höh von großem Einfluß. Die Überschlagspannung fällt mit steigendem druck und sinkender Temperatur. Der einzusetzende Berichtigungs hängt ab vom elektrischen Feld und fällt mit abnehmendem Krümn halbmesser der Elektroden. [N

R U N D S C H A U.

Wärmetechnik.

Hauptstelle für Wärmewirtschaft.

Gelegentlich der dritten Jahresversammlung der Hauptstelle für ..ewirtschaft am 25. und 26. September 1924 in Berlin fand eine ..etechnische Vortragsreihe über einige Abschnitte aus der an..ndten Wärmetechnik statt, die die Grundlage für die Durchführung ..Wärmewirtschaft bilden.

So zeigte der Vortrag von Dr.-Ing. Schack, Düsseldorf[1]), daß ..Gebiet der Wärmestrahlung noch viel Neuland aufweist; das ist ..o wichtiger, als der Wärmeübergang durch Strahlung nach den ..en Erkenntnissen auch bei der Übertragung von Wärme aus Gasen ..große Rolle spielt, die nicht ohne Einfluß auf die Gestaltung der ..lächen selbst ist.

Im Zusammenhang damit wäre aus der Vortragsreihe zunächst der ..cht von Schulte, Essen, über den derzeitigen Stand der Kohlen..feuerungen für Dampfkessel zu erwähnen, der auch klar erkennen ..ß wie planmäßige Forschung und Untersuchung ein so sprödes Ge..wie das der Kohlenstaubfeuerungen zu beherrschen lehren. Nicht ..r wichtig war der Gegenstand des Vortrages von Dipl.-Ing. Ebel, ..und, über Versuche mit minderwertigen Brennstoffen auf Wander..uerungen zumal der Wettbewerb mit Kohlenstaubfeuerungen be..tend auf den Gütegrad der Verbrennung von Brennstoffen ge.. hat.

Den Übergang von der Wärmeerzeugung zur Wärmeverwendung, in ..Linie in Form von Wasserdampf, bildete der Bericht von Prof. ..ng. Zerkowitz, München, über Fortschritte im Bau von Gegen..turbinen. Die bisher als gegeben angesehene Überlegenheit der ..nmaschine über die Dampfturbine im Hochdruckgebiet ist durch ..e Arbeiten (von Dipl.-Ing. Lösel, Brünn, u. a.) stark erschüttert ..n, und wenn auch die praktischen Nachweise noch vermehrt wer..müssen, so zeigt sich doch schon jetzt, daß auch die Turbine als ..druckmaschine bei mehr als 1 at Überdruck in bezug auf die ..icklung der Wärmewirtschaft durchaus wettbewerbfähig sein kann.

Daß die üblichen Sorgen des Betriebsmannes durch Vorträge über ..bskontrolle von Dipl.-Ing. Quack, Bitterfeld, und über Dampf..rableiter von Prof. Dr.-Ing. Gramberg, Höchst a. M., ge..gt und behandelt wurden, war zu begrüßen, zumal diese schon ..aus dem Gebiet der angewandten Wärmetechnik in das der Wärme..chaft übergreifen.

Den Kern der Veranstaltung bildete der Vortrag von Prof. Eberle, ..stadt, über den Einfluß des Hochdampfdruckes auf die Entwick..n industrieller Dampfanlagen. Es ist bekannt, daß man vor Jahr..hen schon Versuche an Booten und Kraftwagen mit Dampfdrücken ..50 bis 100 at gemacht hat, aber die technischen Schwierigkeiten ..Ausbildung größerer ortfester Anlagen sind erst heute wohl als .. anzusehen. Es fragt sich nur, ob der Sprung von 12 bis 20 at ..00 at gerechtfertigt ist. Bei der Untersuchung dieser Frage zeigt ..daß im allgemeinen bei reinen Kondensationsanlagen, die nur zur ..erzeugung dienen, die Steigerung über etwa 35 at hinaus nicht berechtigt scheint. (Diese Feststellung wurde bereits auf der Hochdrucktagung im Januar d. J. gemacht.) Dagegen ist erwünscht, besonders um eine gewisse Geschmeidigkeit in der Anlage zu erreichen, bei Gegendruckbetrieben je nach der Höhe des Gegendrucks, auf viel höhere Drücke als 35 at zu gehen, woraus sich selbsttätig das Verfahren der Vorschalt- oder Drosselmaschine ergibt.

Geht man der Sache auf den Grund, so stellt sich in den meisten Fällen heraus, daß die Verwendung von sehr hohen Drücken (60 bis 100 at) im wesentlichen zwei Gründe hat: die Anwendung meist viel zu hoher Arbeitsdrücke an den Dampfverbrauchstellen und die Notwendigkeit des inneren Ausgleichs eines Werkes in bezug auf Dampf- und Kraftverbrauch, oder, besser gesagt, das Bedürfnis, Kondensationsanlagen zu vermeiden.

Die hohen Gegendrücke lassen sich bei geeigneter Durchbildung der Werke vermeiden, wobei die richtige Einteilung in Druck- oder Temperaturstufen eine wichtige Rolle spielt, und den inneren Ausgleich spart man häufig, indem man Heiz- und Kraftwerke zusammenschließt (vergl. über Blockheizkraftwerke in Nr. 24 der ETZ 1921). Einige praktische Beispiele ergänzen wirkungsvoll den Bericht und geben einen Überblick über die Entwicklungsmöglichkeiten.

Überblickt man die genannte Tagung im Zusammenhang mit der ersten Weltkraftkonferenz, dem Kongreß für Heizung und Lüftung und der Eisenbahntechnischen Tagung und bedenkt man, daß jede solche Tagung nicht allein über den jeweiligen Stand berichten, sondern Richtlinien für die zukünftige Entwicklung geben soll, so schälen sich deutlich folgende Zukunftsprobleme der Wärmewirtschaft heraus:

Das Rüstzeug müssen Forschungen und Untersuchungen der angewandten Wärmetechnik geben, insbesondere über Wärmeübergang, Wärmestrahlung, Verbesserung des Kreisprozesses, Vorgänge bei der Verbrennung usw. Die so gewonnene Erfahrung wird sich beim Entwurf der Wärmeerzeuger und Wärmeverbraucher oder der Kraftmaschinen auswirken; dazu kommt noch die Prüfung der Baustoffe, damit man auch höhere Drücke sicher beherrschen kann. Engere Zusammenarbeit zwischen Rohstofferzeugern, Herstellern und Verbrauchern ist notwendig, wenn die Erfahrungen einzelner größeren Kreisen zugänglich werden sollen; denn es ist wenig wirtschaftlich, wenn Erfahrungen ängstlich gehütet und nicht der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt werden.

Vor allem aber müssen die verbrauchenden Betriebe zweckmäßig ausgebildet werden; sie müssen auch selbständige Anregungen an die Hersteller gelangen lassen und mit diesen zusammen neue Wege und Lösungen finden, und nicht zuletzt muß die Kupplung von Kraft- und Heizbetrieben in weitestem Maß angestrebt werden.

Das Programm zeigt, daß man Wärmewirtschaft auf die Dauer nicht selbständig, nicht ohne Zusammenhang mit andern Fragen, z. B. der Erzeugung, treiben kann, und daß das Problem in seiner ganzen Tragweite nicht Wärmewirtschaft, sondern Energiewirtschaft heißt, wobei auch die Veredelung der Brennstoffe eine mächtige Rolle spielt. Energiewirtschaft kann sich eher auf die Erzeugungsverfahren auswirken, denn sie ist nicht Dienerin, sondern gleichberechtigte Helferin und Mitarbeiterin bei dem Vorgang, der letzten Endes die Werte schafft.

[N 788] Dipl.-Ing. Laaser.

[1]) Die Vorträge sind inzwischen in Heft 39 und den folgenden in vollem ..ng veröffentlicht worden

Aus dem Ausland.

Meßgeräte.

Messung von Drehschwingungen durch Lichtbildaufzeichnung.

In einem der Pariser Akademie der Wissenschaften vorgelegten ..richt[1]) beschreiben A. Blondel und H. Harlé ein neues Ver..n zur Messung der Drehschwingungen von Verbrennungskraft..inen auf photographischem Wege, das sie an einem Sechszylinder..nmotor von 250 PS bei 1250 Uml./min erprobt haben. Die Maschine, ..einend in den Werkstätten von Sautter-Harlé gebaut, wo auch ..Versuche gemacht wurden, war in ihren Abmessungen so unglück..getroffen, daß die Betriebsdrehzahl gerade mit der kritischen Dreh..1. Grades 6. Ordnung zusammenfiel, weshalb man sie genauer zu ..suchen beschloß. Allerdings ist man in dem Streben nach Genauig..wohl etwas zu weit gegangen, da nach Angabe der Verfasser ..der Aufbau der Versuchsanordnung nicht weniger als vier Mo..und die Versuche selbst ein zahlreiches Personal in Anspruch ..en, so daß man das Verfahren kaum zur Nachahmung empfehlen .. Immerhin bietet der Vergleich zwischen dem umständlichen Meß..hren und den erzielten Ergebnissen Interesse.

Abb. 1 zeigt die Versuchsanordnung. Der Motor a trägt an den ..n Enden seiner Kurbelwelle zwei fest aufgekeilte runde Scheiben ..d b_2 aus Duralumin von 880 mm Dmr. und 2 mm Dicke, die an ..Umfang mit 120 radialen Schlitzen von 20 mm Länge und 0,8 mm ..in gleichen Abständen versehen sind. Bohrungen c gestatten, ..Scheiben sorgfältig auszurichten, so daß die Schlitze im Ruhe..nd einander genau gegenüberliegen. Durch die Schlitze fällt ein von der Bogenlampe d ausgesandter Lichtstrahl $ee_1e_2e_3$, der durch den radialen Schlitz f im Schirm g zu einem flachen Lichtstreifen, durch den tangentialen Schlitz f_1 im Schirm g_1 zu punktförmigem Querschnitt abgeblendet wird. Die total reflektierenden Prismen h_1 und h_2 dienen

Abb. 1. Versuchsanordnung zur Messung von Drehschwingungen.

[1]) Le Génie Civil Bd. 84 (1924) S. 502.

zur weiteren Führung des Lichtstrahles, der außerdem das Linsensystem $ik_1k_3k_2$ durchdringen muß, wobei die zylindrische Linse k_3 einen Brennpunkt in f_1, die Sammellinse k_2 einen Brennpunkt auf dem Objektiv l des photographischen Apparates m erzeugt. Bei auftretenden Drehschwingungen beschreibt der Lichtstrahl auf l eine Bewegung in der Senkrechten, und wenn der lichtempfindliche Film in m quer dazu bewegt wird, so erhält man die bekannten wellenförmigen Schwingungsbilder.

In Abb. 2 bis 12 sind einige Torsiogramme wiedergegeben, wobei die Abb. 2, 4, 6, 8, 9, 11 ohne Schwungrad, 3, 5, 7, 10, 12 mit Schwungrad aufgenommen sind. Mit Schwungrad fiel die kritische Drehzahl sechster Ordnung gerade in die Betriebsdrehzahl, wie besonders die Torsiogramme 7 und 10 zeigen. Auf die Lage der kritischen Drehzahl hatte es keinen Einfluß, ob man mit der durch eine elastische Kupplung mit dem Motor verbundenen Dynamo arbeitete oder ob diese abgekuppelt war (Abb. 7 und 12). Diese Erscheinung ist selbstverständlich und in Deutschland durch Messungen an U-Boot-Wellenleitungen längst bekannt. Die elastische Kupplung ist gleichwertig mit einer sehr langen Wellenleitung, deren Schwingungsform nahezu parallel zur Wellenachse wird, so daß die Motorwelle fast unabhängig vom Dynamoanker freie Schwingungen vollführen kann. Nur tritt, genau genommen, im Fall der angekuppelten Dynamo ein zweiter Knotenpunkt auf, so daß die Torsiogramme 7 und 10 von der Eigenschwingungszahl z w e i t e n

Uml./min.

2 — 900; 3 — „; 4 — 1000 bis 1100; 5 — „; 6 — 1200; 7 — „; 8 — 1250: Verdrehung der Enden der Kurbelwelle bei angekuppelter Dynamo.

9 — 1200; 10 — „: Verdrehung zwischen dem Ende der Kurbelwelle und der Dynamowelle.

(2 bis 10: Motor und Dynamo elastisch gekuppelt.)

11 — 900; 12 — 1200: Verdrehung zwischen den Enden des ohne Dynamo leerlaufenden Motors. Motor abgekuppelt.

Abb. 2 bis **12.** Torsiogramme.

Grades herrühren, während 12, bei abgekuppeltem Motor aufgenommen, die Ausschläge bei der kritischen Drehzahl e r s t e n Grades wiedergibt. Beide kritische Drehzahlen sind aber nicht meßbar voneinander verschieden.

Auffallend ist die große Strichstärke der aufgenommenen Lichtbilder. Wenn mit dem oben beschriebenen umständlichen und zeitraubenden Verfahren keine feineren Linienzüge zu erreichen waren, so hat sich seine Anwendung nicht gelohnt. Man vergleiche damit die ausgezeichnet scharfen Torsiogramme[1]), die F r a h m mit seinem Torsionsindikator aufgenommen hat. Auch der Torsiograph von G e i g e r zeichnet gleiche oder bessere Linienzüge; mit ihm hätte man das gleiche Ergebnis in einigen Stunden haben können. Befremden muß endlich, daß man erst dann die Anlage auf Drehschwingungen nachrechnete, als man das Zusammenfallen der Betriebsdrehzahl mit einer kritischen Drehzahl festgestellt hatte. Hätte man dies, wie bei uns üblich, vor der Ausführung getan, so hätte man viel Zeit und Kosten sparen können.

[M 632] Dr. Ss.

[1]) Z. Bd. 62 (1918) S. 177.

Maschinenteile.

Versuche mit Gleitlagern.

Um festzustellen, worauf eigentlich Heißlaufen und sonstige A… stände bei Lagern zurückzuführen sind, die gewöhnlich dem Ve… der Schmierung und dem schlechten Lagermetall zugeschrieben w… hat man im Forschungslaboratorium der General Electric Co. umfas… Versuche angestellt[1]). Zunächst wurde mit Hilfe eines umlauf… Zapfens, an den ein Block aus dem zu untersuchenden Lager… unter regelbarem Druck angepreßt wurde, der Einfluß der Überla… untersucht. Bei Verwendung von gewöhnlichem Lagermetall und Z… des Öles mittels Docht zur Berührungsstelle zeigten sich bei Umla… schwindigkeiten bis 160 m/min (entsprechend rd. 1000 Uml./min bei … Zapfendurchmesser) und Flächendrücken bis über 350 kg/cm² nich… geringsten Anstände.

Die Untersuchung der Reibungszahl ergab für ein bestim… Lagermetall außer der starken Veränderlichkeit mit dem spezifi… Druck auch Abhängigkeit von der Raumtemperatur, die natürlich … auf das Ansteigen der Lagertemperatur Einfluß hat. Der Höchs… im Gleichgewichtszustand ist allerdings bei verschiedenen Raumte… raturen der gleiche.

Man ließ nun einen Stahlzapfen von 25 mm Dmr. und 75 mm L… mit 14 000 Uml./min in einem Weißmetallager mit 0,05 mm Unterschied… Zapfendurchmessers und der Lagerbohrung unbelastet (außer durch… Zug des Antriebriemens) bei ständig zufließendem frischen Öl lau… doch mußte der Versuch nach kurzer Zeit wegen zu hoher Lage… peratur eingestellt werden. Am Zapfen waren keine Anfressungen … dergl. zu sehen, das Lagermetall war zum Teil geschmolzen und … flossen, und zwar merkwürdigerweise an der Stelle am stärksten … ein Druck durch den Riemenzug überhaupt nicht vorhanden ist.

Schon daraus wurde der Schluß gezogen, daß am stärksten die i… Reibung der Ölschicht zwischen Lager und Zapfen wirken müsse, … die weiteren Versuche wurden in dieser Richtung gemacht. Scho… den Vorversuchen, bei denen die Öltemperatur mittels eines Th… meters gemessen wurde, konnten bei Gleitgeschwindigkeiten von … bis 3300 m/min Öltemperaturen bis 220 °C festgestellt werden.

Zur Überprüfung dieser Versuche gelang es tatsächlich, einen … durch die infolge der inneren Reibung der Ölschicht entstehende W… zum Erweichen oder Schmelzen zu bringen. Deshalb wurden nu… Versuche in dieser Richtung fortgesetzt, und zwar mit einer beso… Maschine, die aus einem umlaufenden zylindrischen Hohlkörper … Wellenstahl und einem innerhalb dieses Teiles gleichachsig angeord… auswechselbaren Ring aus dem Lagermetall besteht, wobei eine Sc… benfeder gegen die Drehung dieses Ringes wirkt und die Verdre… der Feder auch ein Maß für das Drehmoment ist, das auf den … durch die Reibung im Öl bzw. zwischen Öl und Metallteilen aus… wird.

Bei den Versuchen wurde stets die gleiche Ölmenge eingefüllt … zwar so viel, daß zwischen Hohlkörper und Ring die Ölsc… bei den angewandten Umlaufzahlen sicher erhalten bleibt. Bei allen … suchen mit drei verschiedenen Schmiermitteln und 10 Ring-(Lager-)M… len, nämlich Weißmetall, Bronze, Kupfer, Genelit, Aluminium, Zinn, … Antimon, Stahl und Zink, betrug die Gleitgeschwindigkeit 2500 m/mi… die Dicke der Ölschicht 0,3 mm. Pflanzen- und tierische Öle wurde… den Versuchen schließlich ganz fest, in kaltem Zustande waren sie … schukähnlich. Auch ein Mineralöl wurde schwarz und dickflüssig … wies einen großen Anteil an festen Bestandteilen (Schlamm und … scheidungen) auf. Bei solchen Schmiermitteln mußten Ringe aus W… stoffen mit hohem Schmelzpunkt verwendet oder die Versuche vor… (die normale Dauer war 90 min) abgebrochen werden.

Ermittelt wurde die Höhe der Temperatur in der Ölschicht … die verbrauchte Arbeit, ein Maß für die Reibungszahl, in A… hängigkeit von der Zeit. Bei Ölen, die nur für große Umlaufzahle… stimmt sind, zeigt sich ziemlich übereinstimmend immer zuerst … rasches Ansteigen der Temperatur und gleichzeitig ein rasches F… der Arbeit im wesentlichen bis zum gleichen Zeitpunkt, sodann ein … sames gleichmäßiges Ansteigen der Temperatur.

Bei verschiedenen Ölen und gleichem Ring weichen die K… stark voneinander ab, der Einfluß der Ringwerkstoffe (Lagerme… ist aber nur sehr gering, wenn sich auch Zusammenstellungen von … und Ringen ermitteln lassen, die besonders günstige Ergebnisse li… Wurden dagegen Rizinus- oder Walratöl oder Olein und Kupfer- … Antimonringe benutzt, so zeigt sich bei längerem Lauf wieder ein st… Ansteigen der Temperatur, verbunden mit einem ebensolchen Anst… der Arbeit, die aber vor diesem Ansteigen plötzlich stark sinkt. … Grund für diese Erscheinung dürfte in den erwähnten festen Auss… dungen liegen.

Bei andern Ringen und den erwähnten Ölarten war aber der … lauf der Versuche der gleiche wie zuerst geschildert wurde. … Druck in der Ölschicht wurde mit 150 bis 200 mm Q.-S. geme… Die Ringe hatten nach den Versuchen verschiedenes Aussehen, Blei … Ätzungen, Kupfer war verfärbt, Lagermetall, Bronze und Stahl … mit Anfressungen bedeckt. Die Öle waren selbst nach Reinigung … fach nicht mehr als Schmiermittel zu verwenden. Häufig war d… überhitzt. Der Schlamm dürfte auf einen Oxydationsvorgang zurü… führen sein, der aber für die Schmierung offenbar nötig ist. Denn … man die Vorrichtung in einer sauerstoffreien Atmosphäre laufen, so … die Temperatur stärker und blieb so lange auf dieser Höhe, bis w… Sauerstoff zugeführt wurde. Man kann aus den Versuchen viell… sogar folgern, daß die Schmierung überhaupt nur im Oxydieren … Öles besteht.

[1]) General Electric Review Bd. 27 (1924) S. 297; s. a. „Elektrotechni… Maschinenbau“, Bd. 42 (1924) S. 586.

...r näheren Erforschung der Ölschicht wurde dann eine Lagerschale ...s mit 0,04 mm Spiel zwischen Zapfen und Schale verwendet. Zu... hatte man große Schwierigkeiten, das Öl, auch wenn es unter ... oder mittels eines losen Schmierringes zugeführt wurde, über ...ze Schalenlänge zu verteilen. Verschiedene Versuche, dies durch ...ichen Ausführungen von geraden und schraubenförmigen Schmier... zu erreichen, führten nicht vollständig zum Ziel. Auch mußte ...m ein Springen der Glasschale zu verhindern, die Umlaufzahl bei ... Zapfendurchmesser auf 1000 in der Minute beschränken.

...i einer genaueren Versuchsanordnung zeigten sich beim Laufen ...gers Höhlungen in der Schale, die nicht vom Öl ausgefüllt waren. ...Höhlungen ganz zu vermeiden, war auch durch die Anordnung ...hmiernuten nicht möglich. Auffallend ist auch das geringe An... der Öltemperatur bei stärkerem Lagerdruck. Da man schließ...t den Schmiernuten in der Schale nichts erreichte, wurden dann ...uten in den Zapfen eingearbeitet. Dabei stellte sich innerhalb ge... Grenzen heraus, daß die durch das Lager fließende Ölmenge mit ...hmierringbreite zunimmt. Bei zu großen Umlaufzahlen (über ... der Minute) versagte der Ring.

...enn auch die Versuche noch keine abschließenden Ergebnisse ...n (es fehlte z. B. eine eingehende Untersuchung des Lagerdruckes ...r Schichtdicke), so ergeben sich doch wertvolle Hinweise für weitere ...n zur Erforschung von schnellaufenden Gleitlagern. [N 809]

Bauingenieurwesen.

...des Tunnels unter dem Hudson zwischen New York und New Jersey.

...s Bauwerk besteht aus zwei Tunnelröhren von 2,1 km mittlerer ... und teilweise überdeckten, teilweise offenen Zufahrtsrampen. ...dem ursprünglichen Entwurf sollte der Tunnel, Abb. 1, gußeiserne ...idungen von 8,85 m äußerem Dmr. erhalten und 28,6 Mill. $ kosten. ...res Studium der Verkehrs- und Lüftungsfrage sowie andrer wich...unkte haben zu erheblichen Änderungen und Ergänzungen des ...fes geführt. An dem Ufer von New Jersey wurden statt eines ...tes im Fluß zwei Schächte vorgesehen. Aus den Tunnelgasunter...gen, die in den Jahren 1920 und 1921 ausgeführt wurden, ergab ...rner die Notwendigkeit, größere Querschnitte für Ab- und Zu...s früher vorgesehen, zu schaffen, was durch Vergrößerung der ...messer des südlichen Tunnels auf 9 m und des nördlichen auf ... erreicht wird. Weiter wurde an den Verbindungen mit den ...ten die Tunnelauskleidung durch Ersatz des Gußeisens durch ...hl und Einbau von Zugbändern verstärkt. Diese Änderungen ... einigen andern unwesentlichen sowie das Steigen der Löhne und ... haben die Ausführungssumme um 13,5 Mill. auf rd. 42 Mill. $ er... Alle vorgesehenen sieben Schächte sind abgesenkt, und etwas über ...lfte der Tunnelauskleidung ist fertiggestellt.

...n New Yorker Ufer dient ein Schacht im Flusse für beide ...röhren, in allen andern Punkten hat jede Tunnelröhre besondere ...te. Alle Schächte sind rechteckige Stahlsenkkästen mit doppelten ...n, deren Zwischenraum mit Beton ausgefüllt wird. Sie wurden ...uckluft bis auf den gewachsenen Boden oder Fels versenkt, mit ...me der Flußschächte am New Jersey-Ufer, die auf Pfahl...ng ruhen. Das Absenken der Schächte vollzog sich unerwartet ... Die Abmessungen der Schächte am Ufer betragen 12,9 × 14,4 m² ...läche und 17,7 sowie 19,7 m Höhe am New Yorker Ende, ... 13 × 14,2 m² Grundfläche und 20,8 m Höhe am New Jersey-... Alle Schächte hatten durch zeitweilige Bauten verschlossene ...ffnungen für die Verbindung mit den Tunnelröhren. Der Fluß... am New Jersey-Ufer hat 11,4 × 15,4 m² Grundfläche und ...öhe, der am New Yorker Ende 28,5 × 14,5 m² Grundfläche und ... Höhe. Beide Senkkästen wurden im Trockendock in Staten Island ... 16,8 m Höhe aufgebaut und schwimmend an die Versenkungs...gebracht. Hier wurden die Stahlwände fertiggestellt und Beton ...acht, bis der Senkkasten den Grund in 10,7 m Tiefe erreichte und ...75 m in den Schlamm eingesunken war, wobei das Gewicht des ...stens den Boden ohne Aushub verdrängte.

...le Tunnel mit Ausnahme der Zufahrten zu den Landschächten in ...ork werden mit Schildvortrieb hergestellt. Im ganzen sind fünf ...bschilde in Tätigkeit. Der Arbeitsvorgang ist in der Weise ge... daß vom New Yorker Ende etwa 610 m vorgetrieben werden ...nn das Vortreiben des Tunnels von New Jersey aus abgewartet ... Besonders vorsichtig mußte am New Yorker Ende zu Werke ...en werden, da dort die Überdeckung über dem Tunnelscheitel nur gering ist und große Gefahr des Ausblasens der Druckluft besteht. Der Vortrieb begann auf beiden Enden mit dem Bau der Vortriebschilde in den Landschächten. Zu diesem Zwecke wurde die Decke des Arbeitsraumes im Schacht hergestellt, und die Träger in der Seitenwand der Senkkästen, durch die das Schild vorgetrieben werden sollte, wurden abgebrannt. Am New Jersey-Ende wurde unmittelbar östlich des Flußufers weicher Schlick angetroffen, in dem der Tunnel unmittelbar hinter dem Schild sich zu heben anfing und auch der Schild nordwärts auswich. Da Schild und Tunnel in der richtigen Lage gehalten werden mußten, wurde es nötig, eine gewisse Menge des Bodens durch den Schild einzulassen. Das wurde durch Öffnungen im unteren Teil des Schildes bewirkt. Der eingelassene Boden mußte nach jedem Schub vor dem Einbringen der gußeisernen Auskleidung wieder gänzlich entfernt werden, was den Arbeitsfortschritt sehr beeinträchtigte. Es wurde deshalb eine besondere Wand im unteren Teile des Schildes mit hydraulisch zu bewegenden Türen eingebaut, durch die beim Vortreiben der Schlick je nach Bedarf in verschiedener Menge eingelassen werden konnte, um durch Rinnen so außerhalb des Schildes geleitet zu werden, daß der ganze innere Raum zum Aufrichten der Tunnelauskleidung und für andre Arbeiten freiblieb.

Das Einführen des Schildes in den Flußschacht war eine schwierige Aufgabe. Infolge des Drängens des Schlicks durch den sich nähernden Vortriebschild wurde auf den Schacht ein erheblicher Druck ausgeübt, der einerseits den Schacht umzukippen strebte, anderseits Schild und Tunnelauskleidung aus der Richtung zu drängen suchte. Deshalb öffnete man teilweise die Wand des Schachtes und ließ genügend Schlamm ein, um den Druck aufzunehmen. Bisher ist die Arbeit ohne Unfall verlaufen. („Engg. News-Rec." Bd. 92 (1924) Nr. 19)
[M 540] Bu.

Abb. 1. Querschnitt des Verkehrstunnels unter dem Hudson in New York.

Untersuchung des Einsturzes der Gleno-Talsperrenmauer in Oberitalien[1]).

Aus Zeitungsberichten und eingehenden Erörterungen in den einschlägigen Fachzeitschriften ist der verhängnisvolle Einsturz der etwa 1500 m über dem Meeresspiegel in der Nähe von Bergamo in den oberitalienischen Alpen in den Jahren 1921/23 erbauten Talsperre des Gleno-Baches, bei dem durch die Gewalt der freigewordenen Wassermassen von rd. 5 Mill. m³ das Dorf Dezzo vollständig und einige andere Dörfer zum großen Teil zerstört und mehrere Hunderte von Menschen getötet wurden, bekannt geworden. Die Staumauer hatte nicht den früher üblichen vollen Mauerquerschnitt, der durch sein Eigengewicht dem Druck des hoch aufgestauten Wassers — hier etwa 50 m — standhält, sondern war in aufgelöster Bauweise hergestellt, d. h. in der Weise, daß die die Wassermenge des Staubeckens stützende Fläche durch eine Anzahl von Gewölben gebildet wird, die ihre Belastung auf Zwischenpfeiler übertragen[2]). Das Unglück ereignete sich am 1. Dezember vorigen Jahres in den Morgenstunden. Anzeichen einer Gefährdung des Bauwerks hatten sich bis dahin nicht bemerkbar gemacht. Der Wärter der Anlage hatte unmittelbar vor Eintritt des Unfalles auf Veranlassung der Kraftwerkleitung einen Dienstgang nach der Abschlußvorrichtung an dem seiner Behausung gegenüberliegenden Talhang gemacht und bemerkte nach seiner Aussage bei der Rückkehr etwa in der Mitte der Sperrmauer herabfallende Steine und einen senkrechten Riß in der Vorderfläche eines der höchsten Pfeiler. Ganz kurze Zeit nach Verlassen der Stelle barst der Pfeiler und die angrenzenden Gewölbe stürzten, ihres Widerlagers beraubt, zusammen. Weitere links anschließende Pfeiler folgten. Von den 26 Pfeilern des Bauwerkes wurden 10 in dem tiefsten Teile des Tales fortgerissen und damit eine Öffnung von etwa 80 m, in der Mauerkrone gemessen, für den Durchbruch der verheerenden Wassermasse freigelegt.

Die Bauart des Staudammes ist aus früheren Veröffentlichungen bekannt[2]). Hervorzuheben ist, daß der untere Mauerkörper, auf dem die aufgelöste Gewölbe- und Pfeilerkonstruktion ruht, einen Teil einer massiven Gewichtsmauer bildet. Das hat, wie die Vorgeschichte der Bauausführung ergibt, seinen Grund darin, daß ursprünglich tatsächlich die Sperrmauer ganz als Gewichtsmauer mit vollem Querschnitt geplant war, und daß der Plan während der Bauausführung geändert wurde.

Als Gründe für den Unfall sind von einer Reihe von Sachverständigen, die zum Teil an Ort und Stelle Nachforschungen und Untersuchungen angestellt und Konstruktion sowie Bauausführung nachgeprüft haben, im wesentlichen die folgenden angegeben worden:

[1]) Nach dem amtlichen Sachverständigenbericht.
[2]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 113. Bd. 68 (1924) S. 770.

Ingenieur Rodio, Mailand[1]), hält es für verhängnisvoll, daß man den unteren Teil der Mauer ohne besondere Abtreppungen auf den gewachsenen, stark abfallenden Felsgrund aufbaute und daß nicht Zementmörtel sondern hydraulischer Kalkmörtel verwendet wurde. Die Bauausführung lag insbesondere nicht in der Hand von Ingenieuren, sondern war Aufsehern überlassen worden. Dr.-Ing. Stucky, Basel[2]), bezeichnet das Aufstauen des Staubeckens, bevor der Mörtel abgebunden haben konnte, und schlechte Ausführung des Betons und Fundamentmauerwerks, insbesondere auch das Fehlen einer ständigen Kontrolle der Kies- und Sandmischung als Grund.

Prof. Rothmund, Karlsruhe[3]), bemängelt besonders das Aufsetzen des Fundamentteiles auf den steil abfallenden Talgrund und das Fortlassen von Vorsprüngen, die in der üblichen Weise in den Felsen der Talsohle eingreifen, bzw. einer Herdmauer gegen den Unterdruck, ferner ebenfalls mangelnde Sorgfalt bei Ausführung der Arbeit und die dadurch verursachten zu geringen Festigkeiten, besonders die Scherfestigkeit des Bauwerks. Er vermutet auch, daß der massive Mauerkörper, der den Unterbau der Staumauer bildet, nach der Talseite hin nachträglich verbreitert worden ist, wodurch der Zusammenbruch ohne weiteres erklärt wäre.

Besonders eingehend hat Prof. Dr.-Ing. Ludin, Berlin[4]), den Befund an Ort und Stelle studiert sowie Untersuchungen über die möglichen Ursachen des Einsturzes angestellt. Er berichtet darüber in umfassender Weise in der „Deutschen Wasserwirtschaft" und in „Beton und Eisen". Seine Ausführungen gelangen zu folgenden Schlüssen:

1. Die Gründung des unteren Mauerwerkkörpers auf abschüssiger, glatter Felssohle ohne ausreichende Vorkehrungen gegen Zutritt von Druckwasser unter die Sohle war fehlerhaft.
2. Die Bauausführung der Grundmauer war mangelhaft. Zum Mörtel sind unreine Zuschlagstoffe und ungeeigneter Kalk verwendet worden.
3. Bemessung und Bewehrung der Gewölbe war unzulänglich.
4. Mangelhaft war auch die Betonausführung in Gewölbe und Pfeilern. Verwendet wurde Romanzement statt Portlandzement.
5. Konstruktion des Pfeilers, kastenförmige Scheinkonstruktion mit zweifelhafter Sparfüllmasse war fehlerhaft, daher örtliche Überanstrengung in den dünnen Pfeilerwänden.
6. Fehlerhaft war die Gründung der hochbeanspruchten Pfeiler auf dem minderwertigen Kalkmörtelmauerwerk in Nichtübereinstimmung mit den Annahmen der statischen Berechnung.

Von den vielen Fehlern wäre nach Ludin schon einer ausreichend gewesen, um die Zerstörung an irgend einer Stelle herbeizuführen. Welcher schließlich die entscheidende Rolle gespielt hat, bleibt dahingestellt.

Baudirektor Link vom Ruhrtalsperrenverein Essen[5]) hält den aufgelösten Teil der Staumauer für standsicher, genügende Stärke und Eisenbewehrung der Gewölbe vorausgesetzt, und auch für gleitsicher. Auch der Kräfteverlauf und die Druckverteilung in dem unten massiven Mauerkörper scheinen ihm nicht ungünstig. Dagegen stellt er fest, daß die Grenze der Gleitsicherheit des unteren Teiles auf wagerechter Ebene rechnungsmäßig schon überschritten wurde, daß also bei der starken Neigung der Talsohle ein Abrutschen der Fundamentfläche als wahrscheinliche Ursache des Einsturzes angenommen werden könne.

Dr.-Ing. Petri, Oberkassel, hat im Auftrage des Deutschen Betonvereins ebenfalls die Unfallstelle besucht und über seine Wahrnehmungen und Vermutungen in der diesjährigen Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins berichtet. Auch er stellt die Bauausführung als mangelhaft hin, besonders die Herstellung des unteren Mauerkörpers mit Kalkmörtel und das Fehlen von Verzahnungen, wodurch ein ständig zunehmender Unterdruck hervorgerufen wurde, zumal da, wie bemerkt, das Staubecken sofort nach Fertigstellung ganz angefüllt wurde. Eine dauernde Prüfung der verwendeten Mörtelstoffe, wie sie bei uns für so wichtige Bauten üblich ist, habe gefehlt.

In Italien selbst ist sofort nach dem Unfall die amtliche Untersuchung aufgenommen werden.

Das italienische Gericht hat die Professoren Danusso und Ganassini von der Technischen Hochschule in Mailand mit der Abgabe eines Gutachtens beauftragt. Deren Gutachten besteht in einem umfangreichen Schriftstück, das im Maiheft der Annali dei Lavori pubblici veröffentlicht ist.

Die Gutachter beantworten die ihnen vom Gericht vorgelegten Fragen auf Grund ihrer technischen Untersuchungen und der Zeugenaussagen über Entwurf und Ausführung. Das Gericht hatte verlangt, die Gutachter sollten alle Feststellungen machen, die sie für notwendig hielten, alle Nachforschungen technischer und konstruktiver Art anstellen, Kenntnis nehmen von allen Zeugenangaben, die Aufklärung über die technischen und konstruktiven Gesichtspunkte bringen konnten, nach denen beim Entwurf und bei der Ausführung der Staumauer verfahren worden ist, und sich darüber äußern, worin die ursprüng- und unmittelbaren Ursachen des Unfalls gefunden werden können. Verwaltungsbehörde hatte noch die weitere Forderung gestellt, stellen, ob und welche Folgerung aus der Tatsache hergeleitet müsse, daß der künstliche See an derjenigen Stelle gewählt wurd seit Jahrhunderten dem Glenogletscher zur Ablagerung des G diente, von der daher im voraus anzunehmen war, daß der Boden dicht sei, ohne daß vorher Feststellungen über die geologische des Geländes gemacht wurden, d. h. ohne daß man vorher sicher ob jener Boden und jener Fels die zur Sicherung der Wasserhaltu forderlichen Eigenschaften hatten. Zur Begutachtung der letzten wurde der Geologe Professor Stella herangezogen.

Der Sachverständigenbericht stellt die oben erwähnte Umän des ursprünglichen Planes einer massiven Gewichtsmauer in den aufgelösten Bauweise während der Bauausführung fest, ferner di sache, daß die Grundmauer etwa in Mitte ihrer Länge durch ei wölbte Öffnung für Entwässerungszwecke, die am beckenseitigen durch ein Betongewölbe geschlossen war, unterbrochen wurde. Im Bericht wird darauf hingewiesen, daß schon während des Baues Undichtigkeiten, Risse und Spalten entstanden, die allmählich sich terten, und daß die gesamte Wasserführung dieser Undichtigkeit groß war, daß ein Stromerzeuger der Kraftanlage von 550 kW damit getrieben werden können. Für das Mauerwerk des Unterbaues sei wie vorgesehen, Zementmörtel, sondern Mörtel aus einem an Or Stelle gewonnenen Kalk verwendet worden, der nach Zeugenan nicht einwandfrei hergestellt und gemischt wurde.

Das Fundament wurde auf den Felsboden unmittelbar aufga wobei man sich damit begnügte, den Felsen etwas aufzurauhen, ihn jedoch sachgemäß vorzurichten. Der untere Mauerblock stellt als ein Haufen von Steinen und Kalk dar, die nur notdürftig miteir verbunden und regellos aufgebaut waren, und zerfiel obendrein die Entwässerungsöffnung in zwei getrennte Teile. Die statischen suchungen und die Prüfungen des Materials im Laboratorium zeigten der Mauerblock des Fundaments eine viel größere Gefahr für de stand des Dammkörpers bot als die Pfeiler und Bogen des Ober Der Hergang des Einsturzes ist wohl in der Weise zu denken, d untere Mauerwerkklotz an irgend einer Stelle plötzlich nachgab der daraufstehende Pfeiler, seiner Unterstützung beraubt, sich und brach und die überbeanspruchten Bogen rissen.

Die Sachverständigen kommen übereinstimmend zu folg Schlüssen:

1. Es ist auf Grund des Berichtes des Professors Stella als schlossen zu bezeichnen, daß das Gelände für das Fundament der mauer zur Gründung nicht geeignet war, und es ist durch die erwiesen, daß die geologischen Bedingungen der Örtlichkeit vor beginn von Professor Torquato Taramelli geprüft waren.

2. Es ist auf Grund des Ergebnisses der Untersuchunge Professors Stella ebenfalls ausgeschlossen, daß an der Ursache des U seismische Erscheinungen teil hatten, da davon in den geodynami Observatorien nichts zu bemerken war.

3. Die eigentliche Hauptursache scheint der statischen Unzu lichkeit der unteren Unterstützungsmauer im mittleren Teile des Da zugeschrieben werden zu müssen. Eine solche statische Unzulän keit war innerlich und äußerlich vorhanden. Innerlich insofern, a Abmessungen und die Widerstandfähigkeit des Mauerwerks nicht reichend waren, um die Kräfte auszuhalten, die unmittelbar und m bar in der Form von Pressungen von unten her unter dem hyd tischen Druck bei gefülltem Becken entstehen konnten. Äußerlich, i die unsichere Auflagerfläche des Felsens und die Auflösung de Z sammenhanges infolge der Abflußgalerie die Widerstandfähigkeit Grundfläche, auf der der meistbelastete Teil der Staumauer schwächte.

4. Die zufällige, für den Zusammenbruch entscheidende Ursac nicht genau zu bestimmen. Der Oberbau, die Bogen und Pfeiler z zwar eine mehr als magere Mischung und Mängel der Konstruktio durch Zeugenangaben bestätigt, auch von seiten des Konstrukteur gegeben und durch die Laboratoriumsversuche gezeigt worden sin Zusammenbruch ist jedoch durch die fortgesetzte Zunahme der stati Unzulänglichkeit im Innern des Mauerkörpers eingetreten, was durc ungeeignete Lage des Mauerkörpers auf dem abfallenden Felsboden verstärkt wurde.

Aus den Urteilen aller Sachverständiger ist also zu entnehmen die Wahl der aufgelösten Bauweise, die der durch ihr Gewicht wi den Mauer mit vollem Querschnitt gegenüber wirtschaftlich über ist, nicht die Veranlassung zum Einsturz der Staumauer gewese sondern das in der Hauptsache Fehler bei der Entwurfbearbeitung allem aber erhebliche Mängel bei der Bauausführung dafür verantwo gemacht werden müssen. [N 625]

[1]) Teknisk Ukeblad Bd. 71 (1924) Nr. 3.
[2]) Schweizerische Bauzeitung Bd. 83 (1924) Nr. 6.
[3]) „Der Bauingenieur" Bd. 5 (1924) Heft 3.
[4]) „Die Wasserwirtschaft" Bd. 19 (1924) Nr. 2 und „Beton und Eisen" Bd. 23 (1924) Heft 11.
[5]) Zentralbl. d. Bauverwltg Bd. 44 (1924) Nr. 9.

Eine neue Bauart von Oberflächenkondensatoren.

Berichtigung. In Zahlentafel 3 auf S. 1123 rechts oben muß der 5. Zeile von oben heißen: Kühlfläche 2700 m² anstatt 3500 [N

BÜCHERSCHAU.

..h| und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. 7, Abteilung Sortiment, bezogen werden.

..ti..elle Betriebsführung im Braunkohlenbergbau. Von Dr.-Ing. ..enke. Halle (Saale) 1924, Martin Boerner. XI, 172 S. m. rd. 0 ..bb. 8°.

..r Einführung Taylorscher Grundsätze im Bergbau auf Braun..hl.. ist nur wenig geleistet worden. Man hat sogar behauptet, Tay..sc Studien seien auf diesem Gebiete wertlos. Deshalb ist die Ver..er..chung der vorliegenden Untersuchungen besonders dankenswert, .. Anregung der Vereinigung Meuselwitz-Rositzer Braunkohlenwerke ..te..ommen wurden. Nach einer kurzen Schilderung der Lehre ..yl.., folgen Untersuchungen nach arbeitswirtschaftlichen und nach .. politischen Grundsätzen, „je nachdem durch Zeit- und Elementen..di.. und durch ökonomische Gestaltung der Arbeitsweise der Lei..n..grad der Arbeit gesteigert oder durch die die Lohnsysteme be..it den Maßnahmen die Leistung begünstigt werden soll". Dabei er..t..ch, daß auch im Braunkohlenbergbau viele Verbesserungen durch..rl.. sind, die unproduktive, ermüdende und zeitraubende Arbeit er..r.

..ie Zahl der Arbeitspunkte kann man durch Verbesserung der ..r..tungs- und Abbauart verringern. Eine kürzere Schippe macht ..s ..ördern weniger ermüdend und ergibt bei gleichem Kraftaufwand ..e.. höheren Leistungsgrad als bei längerem Schaufelstiel. Beim ..eh.. der Wagen stellen Auflaufplatten die geringste Anforderung an ..raft und Zeit des Schleppers. Der Einfluß der Förderlänge, der ..ag größen und der Güte der Gleisanlage auf die Arbeitsleistung wird ..l..näßig nachgewiesen. Vorsteckschienen und Laufbremsen vermin..n..en sehr unwirtschaftlichen Arbeitsaufwand bei Handförderung auf ..eter Bahn. Der Wetterwirtschaft wird oft nicht die im Verhältnis ..er Wichtigkeit für den Leistungsgrad der Häuer nötige Auf..rk..mkeit geschenkt. Im Abraumbetriebe gestatten Zeitstudien Auf..lu.. und zeitliche Bestimmung der Arbeitsvorgänge. Die Beförde..g und Kippverhältnisse lassen sich vervollkommnen. Signalein..ht..gen, planmäßige Durchsicht des Wagenparks, das Fernsprech..se besonders bei ausgedehnten Tiefbauen, werden besprochen. Auf ..e..essere Organisation des Beamtenstabes, bessere Auswahl der ..be..r und eine mehr planvolle Ausbildung der Lehrhäuer wird auf..rl..m gemacht. Die Arbeitsleistung eines Tiefbauhäuers in den drei ..n..ten eines Arbeitstages und die in den einzelnen Stunden einer ..f..uhäuerschicht, ferner dauernde Sonntagsarbeit, Neben- und Pfusch..e und Einfluß der Ernährung werden behandelt. Ein umfangreicher ..d ..senswerter Teil des Buches ist dem Gedinge, den Prämien, der ..zi..sierung und der Gewinnbeteiligung gewidmet. Das Ganze ist ein ..rt..lles Buch eines erfahrenen Betriebsmannes.

..ür eine etwaige 2. Auflage wäre es erwünscht, die meisten Ab..d..gen in einer für die starke Verkleinerung besser geeigneten Weise ..chnen. Der Anzeigenanhang mag vielleicht die Herausgabe des ..cl.. erleichtert haben, doch sollte er wenigstens später fehlen. Die ..s..altung einer Anzeigenseite zwischen Inhaltsübersicht und Vorwort ..rk störend und unerfreulich.

[E ..04] Dr.-Ing. Martin W. Neufeld.

..ndzüge der Kolloidlehre. Von Prof. Dr. Herbert Freundlich. ..e..zig 1924, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 157 S. m. ..7 ..bb. Preis kart. Gm. 6.

..uf die Bedeutung der Kolloidwissenschaft für die gesamte Technik ..olfgang Ostwald in Z. Bd. 68 (1924) S. 481 gebührend hinge..s... Es handelt sich hierbei, kurz gesagt, um die Erkenntnis, daß ..f.. in mittlerer Zerteilung — etwa bei $^1/_{10\,000}$ bis $^1/_{1\,000\,000}$ mm Korn..ß — besondere chemische und physikalische Eigenschaften zeigen ..i ..aß diese Eigenschaften für die gesamte Technik von großer Be..t..g sind.

..a vorliegenden Werk werden die Grundzüge der Kolloidchemie ..a..elt, wobei unter anderem auf die Kapillarchemie, die Brownsche ..le..larbewegung und die verschiedenen kolloiddispersen Systeme be..ds eingegangen wird. [E 765]

..r.. Lehrbuch der Chemie. Von Werner Mecklenburg. 2. Auf..a.. zugleich 13. Auflage von Roscoe-Schorlemmers kurzem Lehrbuch ..le Chemie, Braunschweig 1924, Vieweg & Sohn. 793 S. geh. Gm. 20, ..e.. Gm. 23.

..egenüber der ersten Auflage des Lehrbuches, die in dieser Zeit..r Bd. 64 (1920) S. 314 günstig besprochen wurde, weist die nach ..h..nismäßig kurzer Zeit notwendig gewordene neue Auflage nur ..n.. Veränderungen auf. Es genügt daher, auf das Neuerscheinen ..z..eisen. [E 784]

..r..ge, veranstaltet von der Gesellschaft von Freunden der Leobener ..h..schule 1923. Leoben 1924. Preis für Nichtmitglieder Kr. 80 000.

..nhalt des Heftes: Ing. Eckstein, Bergbaumaschinen; Dr.-Ing. ..ll Düsseldorf: Vorträge über Wärmewirtschaft; Dr. Erwin W. ..y.. Über die Flotation von Erzen und Kohlen; Dr.-Ing. Rummel, ..s..dorf: Kohlenstaubfeuerung; Obering. A. Stehlik: Kraftübertra..n.. und Transportanlagen; Dr.-Ing. Rummel, Düsseldorf: Formen .. Wirtschaftlichkeit von Dampfspeichern.

Die Theorie der Wasserturbinen. Von Rudolf Escher. 3. verm. u. verb. Aufl. Von Robert Dubs. Berlin 1924, Julius Springer. 356 S. m. 364 Abb. Preis Gm. 13,50.

Schiffs-Ölmaschinen. Von Wm. Scholz. 3. verb. u. erw. Aufl. Berlin 1924, Julius Springer. 270 S. m. 188 Abb. Preis Gm. 13.50.

Der Monoplan. Ein zerlegbares Modell zum Zwecke der Selbstbelehrung und für den Unterricht an gewerblichen Fachschulen mit beschreibendem Text. Von Ing. J. Clairmont. Pestalozzi-Modelle Serie T Nr. 32. Wiesbaden 1924, Pestalozzi-Verlags-Anstalt. Preis Gm. 2,50.

Handbuch zum Dampffaß- und Apparatebau. Von G. Hönnicke. Berlin 1924, Julius Springer. 209 S. m. 213 Abb. u. 114 Taf. Preis Gm. 15.

Die Diesel-Elektrische Lokomotive. Von G. Lomonossoff. Berlin 1924, VDI-Verlag G. m. b. H. 186 S. m. 285 Abb. Preis geh. Gm. 20, geb. Gm. 22 (s. Z. Nr. 38 S. 1008).

Mehrstielige Rahmen. Von A. Kleinlogel. Berlin 1924, W. Ernst & Sohn. 423 S. m. 909 Abb. Preis geh. Gm. 24, geb. Gm. 26.

Die Technologie der Wirkerei für technische Lehranstalten und zum Selbstunterricht. Von Gustav Willkomm. 3. Aufl. 2. Teil. Leipzig 1924, Felix. 374 S. mit 18 lithogr. Tafeln. Preis kompl. geh. Gm. 33, geb. Gm. 44.

Das Wesen der Erfindung. Ein Weg zu ihrer Erkenntnis und rechten Darstellung. Von R. Müller-Liebenau. Berlin 1924, Julius Springer. 261 S. m. Abb. Preis Gm. 9, geb. Gm. 11.

Die Arbeit des Patentingenieurs in ihren psychologischen Zusammenhängen. Von L. Fischer. Berlin 1923, Julius Springer. 96 S. Preis Gm. 2,40.

Berechnung und Konstruktion der Maschinenelemente. Herausgegeben von W. Kebber und A. Pohlhausen. 10. Aufl. Bearbeitet von A. Pohlhausen. Mitweida 1924, R. Schulze. 197 S. Preis Gm. 15.

Holztechnische Handbibliothek Bd. 1: **Kalkulationen, Rundholzausnützungen und Unkostenberechnungen in Sägewerken und Holzbearbeitungsfabriken.** Von Robert Lippmann. 2. verb. und erw. Aufl. Jena 1924, Hermann Costenoble. 125 S. m. 18 Abb. Preis Gm. 3.

Technische Fortschrittsberichte. Bd. V: **Stickstoffindustrie.** Von Bruno Waeser. Dresden und Leipzig 1924, Theodor Steinkopff. 128 S. Preis Gm. 4.

Beton Kalender 1925. Taschenbuch für Beton- und Eisenbetonbau. Herausgegeben von der Zeitschrift „Beton und Eisen". 19. Jahrg. T. 1. 444 S. m. 948 Abb. T. 2. 382 S. m. zahlr. Abb. Berlin 1924. Wilhelm Ernst & Sohn. Preis Gm. 6,60.

Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft. Bd. 5 u. 6. 1922/23 Hamburg 1924, Boysen & Maasch. 353 S. m. 16 Abb.

Metallographie Bd. 2, T. 2, Heft 6, Lief. 2: **Die elektrische und thermische Leitfähigkeit.** Von A. Schulze. Berlin 1924, Gebr. Borntraeger. 559 S. m. 220 Abb. Preis Gm. 48.

Untersuchungen über den Einfluß des Einkardenspinnverfahrens in der Juteindustrie auf die hergestellten Erzeugnisse und auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebsystems. Von Herbert Sommer. Halle 1924, Wilhelm Knapp. 96 S. Preis Gm. 4,80.

Die Schokoladenfabrikation. Von Paul Zipperer. 4. neu bearb. u. erw. Aufl. Berlin 1924, M. Krayn. 338 S. m. 95 Abb. Preis geh. Gm. 20.

Das Kalkbrennen und die Gewinnung von kohlensäurehaltigen Gasen. Von Berthold Block. 2. erw. Aufl. Leipzig 1924, O. Spamer. 512 S. m. 270 Abb. Preis geh. Gm. 25, geb. Gm. 27,50.

Schriften aus Theorie u. Praxis der Schmelzschweißung: **Die Anwendung der autogenen und der elektrischen Schweißung beim Bau und bei der Ausbesserung von Dampfkesseln und Dampffässern.** Von W. Eckermann. Hamburg 1924, Hanseatische Verlagsanstalt. 97 S. m. 92 Abb. Preis Gm. 2.

Praktisches Handbuch der gesamten Schweißtechnik. Von F. Schimpke und Hans A. Korn. Bd. I: Autogene Schweiß- und Schneidtechnik. Berlin 1924, Julius Springer. 136 S. m. 111 Abb. Preis Gm. 6,90.

Die bisherigen Anschlüsse steifer Fachwerkstäbe und ihre Verbesserung. Von Albert Dörnen. Berlin 1924, W. Ernst & Sohn. 40 S. m. 42 Abb. Preis Gm. 3.

Sammlung Göschen, Bd. 420: **Maurer- und Steinhauerarbeiten.** T. II: Bogen und Gewölbe; Steinerne Treppen. 2. vollst. neubearb. Aufl. Von Wilhelm Becker. Berlin u. Leipzig 1924, W. de Gruyter & Co. 134 S. m. 208 Abb. Preis Gm. 1,25.

Kalkulations-Grundlagen für Metallwarenfabriken. Von Hans D. Brasch. Berlin 1924, M. Krayn. 45 S. m. 35 Tab. Preis geb. Gm. 5.

Betriebswirtschaftliche Zeitfragen H. 5: **Die Verrechnungspreise in der Selbstkostenrechnung industrieller Betriebe.** Von Theodor Beste. Berlin 1924, Julius Springer. 68 S. Preis Gm. 3.

Betriebswirtschaftliche Zeitfragen H. 6: **Intensitätsmessung in der Industrie.** Von W. Steinthal. Berlin 1924, Julius Springer. 57 S. m. 26 Abb. Preis Gm. 2.70.

Grundlagen der rationellen Betriebsführung. Von Walter Bucerius. Karlsruhe i. B. 1924, G. Braun. 250 S. m. 94 Abb. Preis Gm. 6.50.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens H. 266: **Theorie der Schüttel-Schwingungen.** Von A. Wichert. Berlin 1924, VDI-Verlag, G. m. b. H. 120 S. m. 138 Abb. Preis Gm. 12.

Die Chemie und das moderne Leben. Von Svante Arrhenius. Leipzig 1922, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 373 S. m. 20 Abb. Preis geh. Gm. 8, geb. Gm. 9.

Elemente der höheren Mathematik. Von Lothar Schrutka. 3. u. 4. Aufl. Leipzig u. Wien 1924, Franz Deuticke. 635 S. m. 143 Abb. Preis Gm. 15.

Die Herstellung gezeichneter Rechentafeln. Ein Lehrbuch der Nomographie. Von Otto Lacmann. Berlin 1923, Julius Springer. VIII. 100 S. m. 68 Abb. i. Text und auf 3 Taf. Geh. Gm. 3.

Hamburger Übersee-Jahrbuch 1924. Herausgeg. v. Friedrich Stichert. Hamburg 1924, Alster-Verlag. 357 S. Preis Gm. 6.

Technisches Auskunftsbuch für die Jahre 1924/25. Von Hubert Joly. Kleinwittenberg a. d. Elbe 1924, Joly. 30. Aufl. 1337 S. Preis Gm. 10.

Tage der Technik, 1925. Von Franz Maria Feldhaus. München und Berlin 1925, R. Oldenbourg. Preis Gm. 4,50.

Hochschul-Kalender der Natur- und Ingenieur-Wissenschaften. Von H. Degener, Dr. Harm und Dr. Scharf. Sommersemester 1924. Leipzig u. Berlin 1924, Verlag Chemie u. VDI-Verlag G. m. b. H. Preis geh. Gm. 4.

Kosten und Gebühren in Steuersachen. Bearb. v. Herbert Tschinke. 2. verb. u. erw. Aufl. Berlin 1924, Industrieverlag Spaeth & Linde. 137 S. Preis Gm. 3,30.

Deutschlands Industrie und Handel. Bd. III: Die Maschinenfabrik R. Wolf A.-G., Magdeburg-Buckau. Ihre Entstehung und Entwicklung. Charlottenburg 1924, Wilhelm Raue.

Deutschlands wirtschaftsgeographische Harmonie. Von Erwin S... Breslau 1924, Ferdinand Hirt. 175 S. m. 70 Abb. Preis Gm. 6...

Die Besteuerung des Grundvermögens. Von Heinrich Blattau. ... 1924, Industrieverlag Spaeth & Linde. 171 S. Preis Gm. 5,40.

Das Arbeitsrecht Deutschlands, Bd. IV: **Das Gesetz über die Be... tigung Schwerbeschädigter.** Von Max Mebes. Berlin 1924, Ind... verlag Spaeth & Linde. 170 S. Preis Gm. 4.

Die Industriebelastungsgesetze vom 30. August 1924. Von Dr. Ko... Berlin 1924, Industrieverlag Spaeth & Linde. 243 S. Preis Gm. 7...

10 Jahre Verlagsarbeit 1914—1924. Berlin 1924, Industrieverlag Spa... Linde. 111 S.

Die Selbstanfertigung von Radio-Apparaten mit 1 bis 4 Röhren. V... Krüger. 3. erw. Aufl. Berlin 1924, R. C. Schmidt & Co. ... mit 65 Abb. Preis Gm. 2.

The British Engineers' Association Directory of Members and their ... factures 1924. British Empire Exhibition Edition.

Mercantile Calculation Tables. Relating to metals, general me... dise & freights. Compiled by A. Kirchner. London 1923, ... Lockwood & Son. 559 S.

Vom chemischen Wesen und der biologischen Bedeutung des E... Von W. Küster. (Biochemische Tagesfragen Bd. III.) Stu... 1924, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m. b. H. 18 S. ... Gm. 1,30.

Die Tätigkeit des American Committee for the relief of German Chi... (Allen Committee). 1923 bis 1924. Bericht von Regierungsra... Rau. 20 S.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Tetrachlorkohlenstoff als Feuerlöschmittel.

Zu dem unter obigem Stichwort in Z. Bd. 68 (1924) Heft 7 S. 146 veröffentlichten Artikel des Herrn Oberregierungsrat Dr. Schall sei kurz zur Richtigstellung folgendes festgestellt:

1. Die Versuche der Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik fanden unter Heranziehung maßgebender Fachleute der Elektro-Großindustrie und der Berufsfeuerwehr statt; sie führten zu dem Ergebnis, daß tatsächlich bei Anwendung von Tetrachlorkohlenstoff-Apparaten, die säurehaltige Triebmittel enthalten, die Überschlagspannung der Isolatoren herabgesetzt wurde. Die Anwendung solcher Apparate in Starkstromanlagen ist demnach gefährlich.

2. Das Endergebnis der Untersuchung der sogenannten Tetra-Kommission des Reichsverbandes Deutscher Feuerwehringenieure kann nur als bedingte Zulassung der Tetrageräte aufgefaßt werden. Die Benutzung solcher Apparate soll nach dem Untersuchungsbefund für Keller und enge, geschlossene Räume nicht zugelassen werden. Daß die Verwendung dieser Apparate nicht unbedenklich ist, ergibt sich auch aus dem Urteil des Oberlandesgerichts Breslau vom 10. April 1924, wonach „dieser Stoff wirklich giftig ist und als Löschmittel das noch giftigere Phosgen entwickelt, das gesundheitschädlich ist".

3. Der vom Verfasser angezogene Artikel von Baurat Maeder (Feuerschutz 1923) schließt auf Grund der Versuche der Berliner Feuerwehr mit dem Ergebnis, daß Feuerwehrführer nur im äußersten Notfall Hochspannungsleitungen anspritzen sollen, und daß die Strahlrohrführer mindestens Entfernungen von 5 bis 10 oder 15 m, je nach Art des Strahlrohres, einhalten sollen, da bei geringeren Entfernungen Spannungsüberschläge eintreten, die auf Menschen tödlich wirken können.

Obige Tatsachen werden jedem verantwortlichen Leiter von Werken der Elektroindustrie selbst die Handhabe für die richtige Auswahl der Handfeuerlöscher geben, und wir lehnen es ab, das von dem Herrn Verfasser aufgeworfene Thema zur Empfehlung eines einzelnen Systems zu benutzen.

Berlin-Charlottenburg. Total-Gesellschaft m. b. H.

Zu vorstehenden Ausführungen der Total-Gesellschaft m. b. H. erwidere ich folgendes:

Zweck meiner Abhandlung war, ein Löschverfahren und ein dabei verwendetes Löschmittel — wohl gemerkt, keinen besonderen Feuerlöschapparat —, das mir von besonders wirtschaftlicher Bedeutung erscheint, einseitiger Beurteilung entzogen, unparteiisch zu beleuchten

Zu 1: Daß CCl_4 als unbedingter Nichtleiter anzusehen ist, weiß heute jeder Fachmann. Es gibt, wie mir sehr wohl bekannt ist, unter den zahlreichen Tetra-Handfeuerlöschapparaten auch einige Konstruktionen, bei denen unter Umständen mit dem letzten Rest der Löschflüssigkeit Säure- oder andre Rückstände austreten können. Eine Herabsetzung der Überschlagspannung wurde aber auch bei solchen nur dann erzielt, wenn das Löschgerät der Starkstromleitung auf etwa 50 cm (!) genähert wurde — ein Fall, der sich in der Praxis aus naheliegenden Gründen ohne weiteres verbietet. Auch mit einem beliebigen Trockenlöscher möchte ich mich einer Starkstromleitung von 100 000 V nicht auf ½ m nähern.

Ich stellte daher fest: „Die Anwendung von Tetralöschapparaten, die Preßgase oder säurehaltige Triebmittel enthalten, welche in geeigneter Weise vor der Vermischung mit dem Tetrachlorkohlenstoff bewahrt werden, in Starkstromanlagen ist demnach nicht gefährlich."

Jedenfalls nicht gefährlicher als die Anwendung von Feuer... apparaten, die Preßgase in Stahlzylindern enthalten, vergl. Beric... Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie 1923, S. 42 u.: „I... brennenden Arbeitsraum war ein Totallöscher verblieben, dessen K... säureflasche infolge der Hitze zur Explosion kam, wodurch ein gr... Schaden als durch Brand angerichtet wurde."

Zu 2: Tetrachlorkohlenstoff ist ein „Speziallöschmittel" für ... dere Brandfälle, also ähnlich den Trockenfeuerlöschern im allgem... nur für einen begrenzten Wirkungskreis bestimmt bzw. geeignet... jedenfalls habe nie aus der interessierten Industrie verlautbaren ... daß diesem Löschmittel eine universale Verwendung zugesch... wird. Wie die sogenannte Tetrakommission — in der bekanntlich ... den maßgebenden Sachverständigen der deutschen Feuerwehren ... maßgebende Sachverständige auf dem Gebiete des Gaskampfs ver... waren — ihre Stellungnahme zu dem Tetra-Löschverfahren auf... wissen wollte, ergibt sich aus ihrem zusammenfassenden Urteil:

„Zusammenfassend ist zu sagen, daß der Tetrachlorkohlenstof... gewisse Entstehungsbrände ein sehr geeignetes, zurzeit nicht ... troffenes Löschmittel ist, und daß bei einer sachgemäßen Anwe... gesundheitschädliche Gefahren für die Löschmannschaften unte... dargelegten Bedingungen nicht zu befürchten sind".

Das aus dem Urteil des Breslauer Oberlandesgerichts herausg... mene Zitat stößt offene Türen ein. Jedermann weiß, daß CCl_4, Benzol, Spiritus, Petroleum usw., zu den giftigen Stoffen gehört... daß Phosgen ein äußerst gefährliches Kampfgas darstellt. Aus den... achten, nicht nur der genannten deutschen, sondern auch amerikan... und andrer ausländischer Autoritäten geht aber hervor, daß die Bi... dieses Gases praktisch nur unter besonderen Umständen erfolgt.

Im übrigen möchte ich bemerken, daß nach meinen Informa... mehrere Millionen Tetrafeuerlöscher schon seit der Vorkriegzeit i... und Ausland in Gebrauch sind und nur ein Vergiftungsfall auf ... amerikanischen Unterseeboot m. W. bisher dem Tetralöschverfahre... Erfolg nachgewiesen werden konnte — man vergleiche dazu die... losen Unglückfälle durch Kohlenoxyd!

Wollte man dieses „zurzeit nicht übertroffene" Sonderlösch... verbieten, so müßte man mit gleichem Recht Hunderte andre giftig... gefährliche, aber notwendig gewordene Erzeugnisse aus dem Wirts... leben ausschalten.

Zu 3: Ich will sogar über die Folgerungen die aus dem mit ... Wasser gegen Hochspannungsleitungen gemachten Versuche ge... wurden, hinausgehen und unterstellen, daß das Anspritzen einer ... Strom stehenden Hochspannungsleitung aus Entfernungen selbst... 5 bis 10 m gefährlich für den Löschenden werden kann, — Tetra... kohlenstoff kann als absolut nichtleitende Flüssigkeit aus jeder ... haupt als objektiv gefahrlos anzusehenden Entfernung von einer ... spannungsleitung verwendet werden; vergl. die in meinem Aufsatz ... S. 146 angeführten Versuche.

Zum Schluß will ich nicht unerwähnt lassen, daß mir seite... Total-Gesellschaft eine Schilderung des Brandfalles im Kraftwerk... ster gegeben wurde, die zugunsten der (von mir übrigens überhaupt... genannten Totalapparate von dem wiedergegebenen Bericht abw... Der Brand soll mit Totallöschern unterdrückt worden sein.

[D 797] Dr. Scha...

Schluß des Textteiles.

Für die Schriftleitung verantwortlich: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7, Sommerstr. 4a. — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuth...

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

NR. 46 SONNABEND, 15. NOVEMBER 1924 BD. 68

I N H A L T:

Anlaßsprödigkeit in Stahl.

Von Dr.-Ing. Georg Wazau, Kristiania.

Untersuchung einiger Fälle auffallender Brüchigkeit von Stahlerzeugnissen mit Hilfe der Fryschen Kraftwirkungslinien. Aufklärung der Bruchursachen durch Übereinanderlagerung von „Kaltbearbeitung" und „Anlassen".

Im Nachstehenden werden drei Fälle auffallender Brüchigkeit in Stahl erörtert[1]). Diese ist hervorgerufen durch verschiedene Arten von Kaltbearbeitung (Wärmegrade unter 600 °C werden hier als kalter Zustand verstanden) mit nachfolgender mäßiger Erwärmung im Bereich der Blauwärme.

Bruch in feuerverzinkten Halsklemmen für Hochspannungsisolatoren.

Beim Ansetzen der Bügel an die Isolatoren brach eine große Anzahl an der in Abb. 1 mit einem Pfeil gekennzeichneten Stelle, ohne daß die Muttern gewaltsam angezogen wurden.

In der Materialprüfungsanstalt wurden die Bügel um einen auf den Halsrillen-Durchmesser abgedrehten Holzzylinder gelegt und wie auf dem Bauplatze festgeschraubt. Nur einer der vierzehn untersuchten Bügel brach hierbei: dieser hatte vor dem Bruch Zeichen grober Hammerschläge vom Schmieden her aufgewiesen. Der Bruchquerschnitt war flach und feinkörnig.

Das eine Ende der Bügel wurde sodann in den Schraubstock gespannt und gegen das andre, freiliegende Ende ein mäßiger Hammerschlag gerichtet mit dem Ergebnis, daß acht von vierzehn untersuchten Bügeln mit formänderungslosem Bruche brachen. Ja sogar sechs Bügel, die lediglich mit einem scharfen Knick mit der bloßen Hand gebogen wurden, gingen zu Bruch.

Da die Herstellung von Schlagproben wegen der Form der Bügel nicht möglich war, wurde die Fryätzung angewandt. Sie besteht im wesentlichen aus einer mäßigen Erwärmung des Prüfstücks, das nach erfolgter Zurichtung für Grob- oder Feinätzung mit einer Lösung von Kupferchlorid in verdünnter Salzsäure behandelt wird. Bleibende Formänderungen im Prüfstück werden durch eine starke Dunkelung oder durch meist gekrümmte Linienscharen angezeigt. Man nennt diese „Kraftwirkungslinien" oder einfach „Frylinien".

Einige Stücke der Bügel wurden — ohne vorherige Anwärmung auf die übliche Grenze von 250 °C — behandelt und ergaben die in Abb. 2 ersichtlichen Färbungen und Linien.

Die Brüchigkeit ist folgendermaßen zu erklären: Die Bügel, die im runden Teil etwa 13 mm Dmr. haben und von verwickelter Form sind, sind im Gesenk geschmiedet, und zwar bei zu niedriger Endwärme, so daß eine gewisse Kaltschmiedung eingetreten sein muß. Durch die Feuerverzinkung sind die Bügel bis auf rd. 480 °C erwärmt worden, wodurch erklärlich wird, daß Frys Ätzmittel ohne Vorwärmung wirkte. Es handelt sich somit um eine durch die Herstellung dünner Stücke begünstigte Anlaßsprödigkeit.

Bruch in Schrauben von 32 mm Dmr.

Die Schrauben dienten zum Zusammenhalten großer, aus Steinquadern zusammengesetzter Absorptionstürme und waren laut Vorschrift des Betriebsingenieurs nur mäßig angezogen worden. Als ein Arbeiter beim Anstreichen der Türme auf eine der wagerecht liegenden Stangen trat, brach diese, und die andern, dadurch frei gewordenen Stangen stürzten in die Tiefe, wobei mehrere mit feinkörnigem glattem Bruch im Schraubenteil in Stücke gingen.

[1]) vergl. a. „Jernkontorets Annaler" 1924 Heft 7.

RZ484Z1

Abb. 1. Isolatorklemmbügel, feuerverzinkt, rd. 1 : 3,3.

RZ484Z2

Abb. 2. Frylinien an einem Klemmbügel.

Abb. 3 bis 6. Schraubenbolzen von $1^1/_4''$ Dmr., Tiefätzung mit kalter starker Salzsäure während 3 h.

Der Betriebsingenieur der Anlage war auf den Ausfall der Zug- und Biegeversuche sehr gespannt, da er — in Gemeinschaft mit fast allen andern Ingenieuren — der Meinung war, daß die beobachtete Sprödigkeit im Ergebnis der statischen Versuche zum Ausdruck kommen müsse.

Alle Prüfstücke, vergl. Zahlentafel 1, bestanden jedoch die Versuche mit sehr guten Werten. Man hat also auch hier die Bestätigung der alten Erfahrung gefunden, daß die Aufklärung eines Bruches in nicht gegossenen Werkstücken durch statische

Zahlentafel 1.

Zugversuche mit Stäben aus Schraubenbolzen (Schaft).

Stange Nr.	Dmr. mm	σ_S kg/mm²	σ_B kg/mm²	$\frac{\sigma_S}{\sigma_B} \cdot 100$	δ vH Meßlänge 10 × Dmr.	Einschnürung vH
2	30,0	26,6	38,8	69	30,0	57
3	28,0	27,6	40,5	68	29,8	67
7	28,0	29,4	39,6	74	30,7	70
9	28,0	30,0	40,0	75	29,4	65
16 (unbearbeitet)	32,2	27,4	36,5	75	30,9	70

Alle Biegestäbe mit demselben Durchmesser bestanden die vollständige Faltung.

Abb. 7. Schaft eines Schraubenbolzens, Fryätzung.

Festigkeitsversuche nicht erwartet werden kann. Man muß i wieder betonen, daß die in Lieferungsvorschriften niedergel Werte nichts andres als eine Einteilung der Stoffe nach F keitsgruppen bedeuten, niemals aber etwas über die Güt Werkstoffes aussagen. Nur mit Hilfe besonderer Untersuch arten kann man beurteilen, ob ein Stoff kränklich ode sund ist.

Tiefätzungen mit kalter starker Salzsäu

Abb. 3 bis 6 zeigen einige der Stangenquerschnitte. meisten sind stark gesaigert, eine Tatsache, die auch dur chemische Analyse, Zahlentafel 2, erhärtet wird. Oft grei innere phosphorreiche Zone in die Nähe des Gebiete Schraubengewinde über, wodurch die Gefahr eines Bruches Überanstrengung und Ermüdung vergrößert wird. Die der chemischen Analyse entsprechen dem Mittel aus dem g Stangenquerschnitt.

Zahlentafel 2.

Chemische Analyse der Schrauben.

Schraube Nr.	P vH	S vH
5	0,054	0,022
7	0,066	0,033
9	0,078	—
14	0,075	0,030
15	0,094	0,030

Die Späne sind aus dem ganzen Querschnitt entnommen.

Fryätzungen der Stangenquerschnitte.

Während die andern untersuchten Querschnitte nicht sonderes zeigen, sieht man bei der einen Stange zwei Gru von Fry-Linien, die bleibenden Formänderungen entspre die durch Biegen der Stange vor dem Bruch hervorgerufen Abb. 7. Auch dieser Querschnitt ist ebenso wie alle ander nichts Gegenteiliges bemerkt ist, ohne vorherige Anwär geätzt.

Man kann daraus schließen, daß dieses Prüfstück früher e nach dem Biegen vorgewärmt sein muß. Eine Nachfrage bei Werk bestätigte diese Vermutung; die Stangen waren im schwach angewärmt worden, um das Haften des Teeranstr der den Stahl vor dem Angriff der säurehaltigen Luft sch sollte, zu erleichtern.

Fryätzungen des Schraubenquerschnitte

Abb. 8 führt eine deutliche Sprache: eine schar gegrenzte äußere, dunkel gefärbte Zone als das Ergebnis st Verwindung der äußeren Teile infolge Anwendung stu Schnittwerkzeuge, vermutlich in der Schraubenschneidemas Der innere Teil ist durchkreuzt von Linien als Kennzeiche die Verschiebung zusammenhängender Kristallkomplexe g einander. Das Material ist „verwürgt“. Die Tatsache, daß die zulässige Spannung in gedrehten Schrauben höher s darf als in den mit einer Kluppe geschnittenen, erfährt Abb. 8 eine bildliche Erklärung.

Abb. 8. Fryätzung eines Schraubenquerschnittes.

ıb. 9. Querschnitt durch das Gewinde, Fryätzung.

Abb. 9 zeigt eine andre Fryätzung, die nach Tiefätzung mit Salzsäure vorgenommen ist. Bei der Rauhigkeit der Fläche sind die Merkmale der Sonderätzung weniger scharf ausgeprägt.

Fryätzungen von Längsschnitten durch das Schraubenende.

Abb. 10 zeigt einen Längsschnitt, der im Zustande der Einlieferung geätzt wurde. Die Breite der verwürgten Zone hat einen Größtwert an der Stelle, wo die Liniendichte und -stärke ebenfalls …öchsten ist. Abb. 11 zeigt das Ergebnis der Ätzung eines …schnittes nach erfolgtem Glühen bei rd. 700 °C. Ob… die Gewinde durch die Glühung entkohlt sind, sieht man …geschwächte Wirkung des Ätzmittels. Der Höchstwert der …n liegt an der Stelle des Bruchquerschnittes. Die dünnen …n Linien entsprechen Phosphorzeilen.

Schlagversuche im Pendelschlagwerk von 10 kgm, Bauart Charpy.

Um die mechanische Verschlechterung der dunklen Außen…n besser untersuchen zu können, hat man Schlagstäbe von …0 mm Länge von der in Abb. 12 und 13 veranschaulichten …r hergestellt. Die Einkerbung ist also durch das Gewinde …en.

Zahlentafel 3 zeigt den überraschenden Einfluß der teil…i aufgetretenen Zerstörung des Stoffzusammenhanges durch …nlaßwirkung und die Aufhebung durch Glühen bei etwa …0 °C. Die nicht geglühten Proben brachen im Mittel bei 1,2 kgm, …end die geglühten nach zwei Schlägen, die etwa 19 kgm ent…rhen, noch nicht zu Bruch gegangen waren. Einige Schlag…on wurden nachher geätzt und zeigten sowohl im Anliefe…- als auch im geglühten Zustande die oben beschriebenen …irkungen.

Erklärung der Brüchigkeit.

Die Schraubenbolzen, die zum Teil aus stark gesaigertem …a mit reichlichem Phosphorgehalt bestehen, sind in einer …ndeschneidemaschine mit stumpfen Backen hergestellt und …n hierbei eine Kaltbearbeitung erlitten, die in einer weit…hden Verquetschung der äußeren Querschnitteile besteht.

…htafel 3. Schlagversuche im Pendelschlagwerk …10 kgm, Bauart Charpy. (Stabform nach Abb. 12 … 13. Auflagerabstand 40 mm, Schlagwinkel 160 °.)

…aube …	Stab	Arbeitsquerschnitt cm²	Zustand	Schlagarbeit kgm
[illegible]	•	0,85	nach Anlieferung	1,13
	• •	0,85	geglüht	> 17 (2 Schläge, nicht gebrochen)
…5		0,90	nach Anlieferung	1,26
	• •	0,90	geglüht	> 20 (2 Schläge, nicht gebrochen)

Abb. 10. Schraubenende, Fryätzung, Anlieferungszustand.

Durch eine Erwärmung im Gebiete der Blauwärme ist eine auffallende Sprödigkeit aufgetreten, die durch die Schlagprobe im Anlieferungszustande zahlenmäßig belegt wurde.

Die Erwärmung der Schrauben hatte man aus Betriebsgründen vorgenommen, um das Haften des Teeranstriches an den Stangen zu verbessern.

Bruch von vier Winkeleisenstreben in einer schweren Verladebrücke.

Die Winkeleisen, die den Ausleger einer Kohlenverladebrücke hielten, brachen beim Heben des Auslegers mit kurzem Bruch. Der Bruch war feinkörnig im Innern und sehnig in einem schmalen Bande längs den Rändern. Der Kran war nur probeweise bei Entladung von etwa 1000 t Koks benutzt worden. Irgendwelche Sonderbeanspruchungen waren dabei nicht aufgetreten.

Zugversuche.

Zahlentafel 4 zeigt ganz normale Werte. Nur das Prüfstück 5 hat eine ungenügende Verlängerung, was aber von der Hämmerung eines Teiles der Meßlänge herrührt. Das Verhältnis zwischen Streckgrenze und Zugfestigkeit beträgt 73, 70, 71 und 70 vH, Werte, die auf eine bei dünnen Winkelprofilen nicht ungewöhnliche mäßige Kaltwalzung hindeuten.

Tiefätzungen mit kalter starker Salzsäure.

Die Querschnitte zeigen das bekannte Aussehen ausgeprägter Blocksaigerung. Die chemische Analyse, die an Spänen über den ganzen Querschnitt vorgenommen ist, bestätigt den hohen Gehalt an Phosphor in der Kernzone.

Abb. 12 und **13.** Schlagstäbe.

Fryätzungen.

Abb. 14 zeigt das Ergebnis einer vereinten HCl-Ätzung und Fryätzung. Außer einer dunkel gefärbten phosphorreichen Zone sieht man Linien, die besonders in der Winkelecke deutlich ausgeprägt sind. Einige Streifungen treten auch am Ende der Schenkel auf.

Beachtet muß werden, daß die Frylinien (dies ist auch bei den andern vom Verfasser untersuchten Fällen festgestellt

Zahlentafel 4. Zugversuche mit Flachstäben, die aus dem Winkeleisen entnommen worden waren.

Winkelabschnitt Nr.	Breite mm	Dicke mm	σ_S kg/mm²	σ_B kg/mm²	$\frac{\sigma_S}{\sigma_B} \cdot 100$	δ vH Meßlänge 200 mm
3	38,8	7,8	29,4	40,4	73	28,7
4	38,8	7,9	27,9	40,2	70	28,3
5	38,6	7,6	29,9	42,3	71	22,9
6	38,4	7,9	28,9	41,3	70	33,4
		Im Mittel	29,0	41,1	71	28,3

Abb. 11. Schraubenende, Fryätzung, geglüht bei etwa 700 °C.

Abb. 14. Leichte Salzsäure-Ätzung mit Fryätzung.

worden) immer am deutlichsten in der unreinen Zone auftreten, während die benachbarten reineren Querschnitteile dann meist eine typische Dunkelfärbung aufweisen. Dies sieht man gut am Winkel in Abb. 14.

Diese Erscheinung hat ihre Analogie in dem Auftreten von kantigen Kernzonen in runden Walzprofilen. Die weichen Teile geben zuerst nach, werden verquetscht und durch Fryätzung stark gedunkelt, während die härteren phosphor- und kohlenstoffreichen Teile nur Verschiebungen größerer Kristallgruppen erleiden, da die verdrückenden Kräfte nicht groß genug sind, um eine Umformung der Einzelkristallite herbeizuführen.

Zahlentafel 5.

Individuelle Schlagversuche mit Pendelschlaghammer für 10 kgm. Probenform nach Abb. 15 und 16.

Winkelabschnitt Nr.	Schlagstab	Zustand	Arbeitsquerschnitt rd. cm²	Schlagarbeit kgm	Bemerkung
3	•	Anlieferung	0,62	4,64	Bei allen Schlagproben mit Ausnahme 3 ∵ wird die Einkerbung durch das ursprüngliche Nietloch gebildet.
4	•			3,07	
4	••			4,37	
4	•••			1,87	
5	•			1,78	
6	•			nicht gebrochen > 10 kgm	
3	••	geglüht 700 °C	0,63	> 10 kgm nicht gebrochen	
5	••				
6	••				
3	∵	Loch gebohrt (Anlieferungszustand)	0,63		

Daß die Winkel Frylinien zeigen, kann nur darauf zurückgeführt werden, daß die beim Abschluß des Walzens vorhandene Eigenwärme an sich nicht hoch genug war, alle Reckspannungen auszugleichen, dagegen ein Anlassen in gewissem Sinne bewirkte.

Schlagproben mit Prüfstücken im Pendelschlagwerk für 10 kgm, Bauart Charpy.

Da die Nietlöcher gestanzt waren, war es von Belang, den Grad der Beeinflussung des Materialzusammenhanges im Verhältnis zur Schlagbeanspruchung kennen zu lernen. Es wurde deshalb die in Abb. 15 und 16 wiedergegebene Probenform gewählt, wo ein Teil des gestanzten Nietloches die natürliche Ein-kerbung bildet. Die Breite des Stabes entsprach der Schen-dicke.

Zahlentafel 5 zeigt mit Ausnahme des Prüfstücks 6 eine wi-gehende Brüchigkeit der Proben im Anlieferungszustand und Zähigkeitswerte für die geglühte und die gebohrte Probe.

Abb. 17. Ebene unmittelbar unter innerer Oberfläche eines Schenke

Fryätzung.

Abb. 17 und 18 geben eine Erklärung dieser Sprödig und zugleich eine Rechtfertigung der alten Abneigung des genieurs gegen das Stanzen von Nietlöchern in wichtigen werkteilen: wenn ein gestanztes Loch der Erwärmung du den Niet ausgesetzt wird, entsteht eine gefährliche Herabsetz der Zähigkeit.

Abb. 15 und 16. Probenform für Schlagprobe.

Abb. 17 zeigt eine Schnittebene dicht unter der Oberflä eines Schenkels: die Umgebung des Nietloches ist dunkel färbt (Gebiet der stärksten Materialverschiebung durch St zen), ebenso der Teil des Querschnitts, der dem Durchsch durch die Winkelecke entspricht (Gebiet der Blocksaiger und stärksten Materialverlagerung beim Walzen), der Rest Fläche ist von Linien durchzogen.

Abb. 18 zeigt eine Hälfte des Schlagstabes 5• (Anlie rungszustand), der eigenartige konzentrische Ringlinien um rechts liegende Nietloch aufweist.

Zugversuche mit Nietlochstäben.

Es war zu erwarten, daß Zerreißstäbe, deren Mitte sich der Linie der ursprünglichen Nietlochreihe befand, sich info der örtlichen stofflichen Ungleichheit im Lochgebiet währ

Abb. 18. Schlagstab 5•, Anlieferungszustand.

Abb. 19. Schlagstab 5••, geglüht bei etwa 700 °C.

Zugversuches eigenartig verhalten würden. Aus dem nkelschenkel wurden prismatische Streifen entnommen, die in Zerreißmaschine belastet wurden.

Zahlentafel 6 zeigt das Ergebnis. Die Belastung, die dem ftreten des ersten Anbruchlautes entspricht, wurde abgelesen d der Versuch dann bis zum endlichen Bruch durchgeführt. Es sieht aus, als ob die „erste Anbruchlast" etwa der eckgrenze des durch Nietlöcher nicht geschwächten Werk-fes entspricht, während die Zugfestigkeit, errechnet aus dem prünglichen Arbeitsquerschnitt, unter der in Zahlentafel 4 geführten liegt. Die Übereinstimmung der „ersten Anbruch-" mit der Streckgrenze erklärt sich in einfacher Weise ch die örtliche Härtung um den Lochrand herum. Wie eine he von Kugeldruckversuchen mit dem in Abb. 17 dargestellten fstück ergibt, vergl. Zahlentafel 7, steigt die Härte mit der

Zahlentafel 6. Zugversuche mit Nietlochstäben.

Winkel-schnitt	Breite mm	Dicke mm	Belastung in kg/mm² (erster Anbruchlaut)	Bruchlast kg/mm²
4 •	44,8	8,0	29,4	32,2
5 •	44,8	7,6	29,8	37,4
5 ••	30,3	7,8	35,4	36,3
5 ∴	44,5	7,8	$29{,}2 = \sigma_S$	$39{,}6 = \sigma_B$

Stab 5 ∴ hat kein Nietloch.

Abb. 20. Bruchquerschnitt, Lochumrandung kristallinisch, Rest sehnig.

äherung an den Lochrand, um den schon von vornherein auf nd der Elastizitätsgesetze höhere Spannungen vorhanden i, als sie sich, als Mittel aus Belastung und Querschnitt be-net, ergeben würden.

Innerhalb der Proportionalitätsgrenze des weicheren Tei-des Querschnitts werden sich infolge der geringfügigen rschiede der Dehnungszahl der ver-denen Eisensorten auffallende Be-htungen bei der Belastung der vorlie-en Probenform nicht ergeben. Anders aber die Sachlage, wenn die Streck-ze des weichern Teiles erreicht ist. er entlastet sich auf Kosten des härte-Teiles, der, von vornherein in der Kraft-ahme voreilend und durch die Anlaß-ung eines Teiles seines Formände-svermögens beraubt, anbricht. Die setzung des Versuches verläuft nun un-eränderten Verhältnissen, so daß die ültige Spannung unterhalb der Mate-estigkeit liegen muß.

Abb. 20 zeigt das Aussehen zweier hquerschnitte, innen am Lochrande feinkörnige Flächen, der Rest ist ig mit starker Formänderung.

lärung des Bruches der Winkeleisen.

ie Widerstandskraft der — möglicher-e etwas schwach bemessenen — Win-sen ist durch die Anlaßwirkung im chgebiet den im Kranbetrieb unver-

Abb. 21. Fryätzung eines im Betriebe gebrochenen Winkeleisens.

Zahlentafel 7. Kugeldruckversuch mit dem Prüfstück nach Abb. 17. Kugel-Dmr. 4,7 mm; $P = 200$ kg.

Eindruck	Zone	Eindruck-Dmr. mm	Bemerkung
1	dunkel angelaufen	2,48	2,5 mm Abstand vom Lochrand
2	Linienzone	2,63	6,5 mm Abstand vom Lochrand
3	heller Grund	2,80	11 mm Abstand vom Lochrand

meidlich auftretenden Schwingungen gegenüber stark herabgesetzt. Die Anlaßsprödigkeit ist entstanden durch das Stanzen der Nietlöcher mit darauf folgender mäßiger Erwärmung durch das heiße Niet.

Fryätzungen älterer Probestücke.

Die wichtige Auffindung der Fryschen Erscheinungen in Walzprofilen verlockte zur Ätzung früher untersuchter Bruchstücke. Das Winkeleisen in Abb. 21 zeigt Dunkelung in der Ecke und eine Blütenlese von Frylinien.

Im Teilbild, Abb. 22, eines U-Eisens aus einem niedergebrochenen Kran ist zu beachten, daß einzelne Frylinien nach dem Rande des Querschnitts zu verschwinden.

Eine Reihe von Bolzen eines Stützisolators brach bei der Befestigung an der Holzkonstruktion gerade an der Stelle, die durch eine scharf ausgeprägte streifige Dunkelfärbung ausgezeichnet ist, Abb. 23. Das im übrigen stark gesaigerte Material ist beim Gesenkschmieden großen Stoffverschiebungen ausgesetzt gewesen, die vermutlich bei zu niedriger Wärme abgeschlossen wurden. Durch die Feuerverzinkung ist die Anlaßsprödigkeit verursacht worden.

Das T-Eisen, Abb. 24, zersprang in viele Stücke beim Abladen auf Holzpflaster. Der Phosphorgehalt beträgt im Mittel aus dem Querschnitt 0,094 vH. Das Verhältnis zwischen Streckgrenze und Zugfestigkeit erreichte den hohen Wert von 85 vH, ein Zeichen von Kaltwalzung. Die dunklen Färbungen in den Ecken und die Linien deuten auf Selbstanlassen des Eisens infolge der Eigenwärme. Keine der obigen Fryätzungen ist nach vorheriger Erwärmung im Laboratorium ausgeführt.

Abb. 22. Teilbild eines U-Eisens.

Abb. 23. Isolatorstütze, im Betrieb an der dunkel geätzten Stelle gebrochen.

Allgemeine Bemerkungen.

Alle Sonderätzungen sind in einer von Frys Vorschrift abweichenden Weise ausgeführt worden. Der Verfasser ätzt das Prüfstück mit starker kalter Salzsäure an. Die Zeit richtet sich nach dem Werkstoff und der Art der zu vermutenden bleibenden Formänderung und Anlaßwirkung. Sie kann wechseln zwischen 20 min und 3 h. Eine Ätzung bei sehr tiefer Temperatur, bei der die Salzsäure gefroren war, schien sehr zarte Vorätzungen zu ergeben. Nach der Salzsäureätzung wird das Stück in Wasser gut abgewaschen und ohne Trocknung sofort mittels eines weichen Pinsels in dünner Schicht mit dem Frymittel geätzt. Die von Fry angegebene Zusammensetzung: 120 Gewichtsteile Salzsäure, 100 Teile Wasser, 90 Teile $CuCl_2$, erfordert eine Waschung in Alkohol, weil sich sonst beim Abwaschen in rinnendem Wasser Kupfer niederschlägt. Ich pinsele deshalb nach abgeschlossener Fryätzung etwas Salzsäure, stark oder leicht verdünnt, über den Schliff, der zweckmäßig mit feinerem Schmirgelpapier vor dem Beginn der Ätzbehandlung vorzubereiten ist, und wasche dann unmittelbar in Wasser.

Bei einer Reihe von Fryätzungen wurde das Mittel einfach nach Augenmaß zusammengestellt unter Anwendung dünnerer Lösungen von Salzsäure und weniger $CuCl_2$ als von Fry angegeben, mit dem Erfolg, daß die Ätzungen zarter und kontrastreicher wurden und daß sofort — ohne Gefahr der Bildung eines Kupferniederschlages — in Wasser abgewaschen werden konnte. Leider stand nicht die Zeit zur Verfügung, um die Zusammensetzung dieser günstigsten Konzentration festzulegen.

Die Ätzung mit einem Pinsel hat den Vorzug, daß man das Vorschreiten der Ätzung gut verfolgen kann. Es scheint auch so, als ob der Zutritt der Luft zum Schliff die Wirkung erhöht.

Ein Abreiben des Schliffes mit einem mit Lösung wiederholt getränkten Wattebausch, der in $CuCl_2$ getupft wird, scheint mir weder günstig noch nötig zu sein.

Der Schliff muß rasch, ohne Anwendung von heißer Luft, unter ziemlich kräftigem Reiben getrocknet werden.

Die Frysche Erscheinung tritt nur dann auf, wenn das Prüfstück vor der Ätzung erwärmt wird: eine wichtige Tatsache, die gestattet, festzustellen, ob eine Erwärmung in dem Anlaßbereich (der übrigens ziemlich umfangreich sein kann) vor der Anlieferung ins Laboratorium stattgefunden hat.

Aus dem Vorhandensein der Fryschen Linien darf nicht auf die Gegenwart von Sprödigkeit geschlossen werden, da sie sich auch, wie schon erwiesen, in zähgeglühten Prüfstücken in unverminderter Deutlichkeit vorfinden. Sie sind auf alle Fälle ein Anzeiger von unschätzbarem Wert für die Möglichk des Vorhandenseins gefährlicher Sprödigkeit, die du den Schlagversuch und durch die Dauerprobe f gestellt werden muß.

Zusammenfassung.

Im Vorstehenden sind drei typische Brüche b schrieben und die Bruchursache aufgeklärt durch Übereinanderlagerung von „Kaltbearbeitung" weitesten Sinne zu verstehen), nämlich Schmieden Stücken von schwieriger Form und dünnen Abm sungen, Gewindeschneiden mit unscharfen Schnitt Stanzen und Nietlöchern und „Anlassen" durch Feu verzinken, Anwärmen vor dem Teeranstrich so Warmnietung.

Die Anlaßsprödigkeit wird angezeigt durch die S derätzung mit dem Fryschen Ätzmittel, das die Stel stärkster Stoffverschiebung durch dunkle Färbung u die Bereiche der Zerklüftung des Werkstoffes du Linienscharen kennzeichnet.

In Übereinstimmung mit den Untersuchun Frys ist gezeigt, daß die Frysche Erscheinung ni verschwindet beim Erhitzen des Prüfstücks bis zu Wärmegrad die dem Werkstoff die Zähigkeit wieder zurückgeben. Desh darf man aus dem Vorhandensein der Linienscharen nicht o weiters auf Brüchigkeit schließen.

Die Erfahrung ist bestätigt, daß der Zug- und Biegev such im allgemeinen ohne besondern Wert für die Untersuch von Bruchursachen in geschmiedeten und gewalzten Bauteilen

Abb. 24. Fryätzung eines T-Eisens NP 12.

Die Anwendung besondrer Formen für die Schlagprobe Pendelschlagwerk ist anzuraten, damit der Zustand der m gefährdeten Querschnitteile besser erfaßt wird.

Es ist vorteilhaft, alle diejenigen Teile sorgfältig au glühen, die möglicherweise einer „Kaltbearbeitung" ausge gewesen sein können, wenn diese Teile nachher Erwärmun im Gebiete der Blauwärme erleiden können. Hier ist beson an Schweißungen zu denken. [B 48

Treibzapfen aus Sonderstahl mit glasharter Oberfläche.

Von der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.

Das bisher hauptsächlich verwendete Zapfenmaterial, naturharter Chromnickelstahl oder im Einsatz gehärtetes Flußeisen, weist die bekannten Nachteile auf: im ersteren Falle zu weiche Oberfläche, im zweiten zu geringe Festigkeit und schroffer Übergang der harten Schicht zum weichen Kern.

Diese Nachteile vermeidet der Rheinmetall-Sonderstahl. Er ist ein unlegierter Siemens-Martin-Stahl, der nach einem besondern Einsatzverfahren behandelt wird. Die Zapfenoberfläche zeigt Glashärte (712 Brinellhärten). Die Härteschicht ist etwa 4 mm dick und geht allmählich in weichen und zähen Kern über. Der gehärtete Zapfen zeigt im I folgende Werte:

Streckgrenze 39,6 kg/mm², Festigkeit 60 kg/mm², Dehnung 19 Zusammenziehung 56,8 vH; die Kerbschlagprobe bei Stäben $30 \times 30 \times 160$ mm³ ergibt 12 mkg Schlagarbeit. Die Dauerschlagp unter dem Kruppschen Schlagwerk ergab bei einem Stab von 15 mm und 165 mm Länge bei Verwendung von Spitzkerb 3930 Schläge, Rundkerb 5180 Schläge.

Der ausgestellte Zapfen hatte einen Laufweg von etwa 60 00 unter Höchstbelastung zurückgelegt. Das Gefüge zeigte ein gebroch Muster. [N 8

Umlaufräderwerke im Hebezeugbau.

Von Dipl.-Ing. G. W. Heinold, Leipzig.

Es werden zwei elektrische Hebezeuge beschrieben, bei denen die eingebauten Umlaufrädergetriebe in vielseitiger Weise als Übersetzungsgetriebe, als Ausgleicher, als Kupplungsersatz und zur Regelung Verwendung finden. Erläuterung der Eigenarten und Vorteile die sich daraus für den Zweiseilgreiferbetrieb ergeben.

Als Übersetzungsgetriebe für elektrische Hebezeuge kommen im wesentlichen nur Stirnräder und Schnecken in Frage. Die Stirnräder, wegen des günstigeren Wirkungsgrades bevorzugt, verwendet man neuerdings vielfach in Anordnung als Stern- bzw. Umlaufrädergetriebe, da hierbei die Möglichkeit besteht, durch Verteilung der Umfangkräfte auf mehrere zugleich und annähernd gleichmäßig belastete Radgruppen, die Einzelzahndrücke und damit die Zahnteilung zu verringern. Neben diesen, bei größeren Übersetzungen auch doppelt hintereinander geschalteten Umlaufräderwerken finden sich noch Differentialgetriebe, bei denen sich freilich die Aufteilung der Zahndrücke nicht immer restlos für alle Getriebeteile durchführen läßt und die unmittelbar gewonnene starke Übersetzung meist mit schlechtem Wirkungsgrad erkauft wird, wenn nicht gar Selbstsperrung eintritt. Insbesondere der Kleinhebezeugbau bedient sich dieser Hilfsmittel bei zentral zur Hubseiltrommel angebauten Flanschmotoren; denn hier ist äußerste Raumausnutzung zum Erzielen niedrigster Bauhöhe Haupterfordernis für den Entwurf.

Abgesehen von einigen nur in Patentschriften erörterten Sondergetrieben verwendet man in der Praxis in der Hauptsache Bauarten, die das Planetenrädersystem lediglich als Übersetzungsgetriebe ausnutzen, während im folgenden zwei Ausführungen behandelt werden sollen, die die dem Umlaufrädergetriebe innewohnende vielseitige Verwendbarkeit als Ausgleicher, Übersetzungsgetriebe und Kupplungsersatz auswerten. Diese beiden Betriebsarten finden Anwendung bei dem Elektroflaschenzug, Abb. 1 und 2. Dieser sollte wahlweise für schnelles Heben leichter Lasten und langsames Heben großer Lasten geeignet sein, also einmal mit, das andre Mal ohne lose Rolle arbeiten. Bei den üblichen Bauarten hängt die Last unter Seiltrommelmitte, das Hubseil läuft, der Symmetrie halber zweitrumig, auf einer Seite der Hubseiltrommel ab und wird über die Flasche zu der auf der Gegenseite angeordneten Ausgleichrolle geführt, eine Anordnung, die wegen der gegebenenfalls eintretenden Verschiebung der Kräfte unmittelbaren Angriff der Last am Hubseil (also ohne lose Rolle) verbietet.

Abb. 1. Elektroflaschenzug ohne lose Rolle, Patent Bleichert.

Abb. 2. Elektroflaschenzug mit loser Rolle, Patent Bleichert.

Anders bei der vorliegenden Bauart mit zwei gegenläufigen Lasttrommeln, bei der die beiden Hubseile symmetrisch zur senkrechten Hauptmittellinie des Hebezeuges an einander diametral gegenüberliegenden Punkten ablaufen und sich, durch die Last gestrafft, stets wieder auf der Mittellinie vereinigen. So ist bei dauernd erhaltener Gleichgewichtslage des Hebezeuges senkrechte Hubbewegung gewährleistet, gleichviel, ob man ohne oder mit losen Rollen arbeitet: im letzteren Fall ist jedes Seil zu einem seiner Ablaufstelle gegenüberliegenden Festpunkt zurückgeführt.

Die Unterflasche, Abb. 3 und 4, ist so gestaltet, daß sie nach Abbau der Rollen als einfache Hakentraverse dienen kann, wobei die beiden freien Seilenden in rillenartige Schlitze eingelegt und durch Bolzen dort festgelegt werden. Auf diese Weise ist es möglich, die Last entweder durch unmittelbaren Anschluß an die beiden Hubseilenden oder durch Zwischenschaltung einer losen Doppelrolle zu heben, wobei dann mit ein- und derselben Flaschenzugbauart eine doppelt so schwere Last (aber dafür nur halb so schnell und hoch) gehoben werden kann, als wenn die Seile unmittelbar am Lasthaken angreifen.

Abb. 3 und 4. Unterflasche für zwei- und vierseiligen Betrieb.

Das den Antrieb der beiden gegenläufigen Hubseiltrommeln vermittelnde Umlaufrädergetriebe ist in diese gemäß Abb. 5 eingebaut. Die Seitenschilde des alles umschließenden Gehäuses tragen Hohlzapfen, die sowohl die Kugellager für die vom Motor angetriebene zentrale Ritzelwelle k fassen, als auch diejenigen für die Abstützung des freiumlaufenden Steges s, der seinerseits wieder die Trommeln trägt, im Hinblick auf die vorhandenen großen Relativgeschwindigkeiten gleichfalls unter Verwendung von Kugellagern. Die drei Paare von fest miteinander verbundenen Schwesterrädern a b sind auf drei fest im Steg s gelagerten Achsen drehbar angeordnet. Sie kämmen einerseits mit der Innenverzahnung d der rechten und anderseits mit der Innenverzahnung c der linken Seiltrommel, ferner mit dem zentralen Antriebritzel g. Je nachdem man ein verhältnismäßig kleines Ritzel mit den rechtsseitigen Schwesterrädern kämmen läßt oder ein größeres mit den linksseitigen, ergibt sich eine große oder mäßigere Gesamtübersetzung mit daraus wieder sich ergebender normaler oder gesteigerter Hubgeschwindigkeit. Da die Seiltrommeln gegenläufig bewickelt sind, zeigen sie demgemäß auch das Bestreben, sich gegenläufig zu drehen, wobei der zwischen a c einerseits und b d anderseits wirksame Zahndruck entgegengesetzte Kraftrichtung hat. Die Planetenräder können als ein umlaufendes Hebelsystem angesprochen werden; in der Gleichgewichtsruhelage hält sich der Zahndruck des Motorritzels mit den beiden Zahndrücken der Trommeln die Wage. Da nun beide Hubseile an derselben Last angreifen, kann bei eintretender Bewegung nur gleiche Hub- und Wickelgeschwindigkeit für beide Seile und damit gleiche Umfanggeschwindigkeit für beide Trommeln in Frage kommen, während der Kraftausgleich innerhalb des Getriebes selbst erfolgt, ähnlich also dem aus dem Motorfahrzeugbau her bekannten Differential zwischen den Triebrädern.

Abb. 5. Umlaufrädergetriebe zum Antrieb der beiden gegenläufigen Hubseiltrommeln.

Denn das Getriebe gewährt zwar eine unveränderlich feste Übersetzung zwischen den beiden Trommeln *e* und *f*, aber keine unveränderliche Übersetzung zwischen der Welle *k* und jeder von den Trommeln. Diese Übersetzungen sind vielmehr kraftschlüssig bestimmt, d. h. sie richten sich nach den von den Lasttrommeln zu überwindenden Widerständen.

Das Umlaufgetriebe verteilt entsprechend der gewählten Übersetzung auf jede Trommel einen bestimmten Anteil (annähernd die Hälfte) des Gesamtmomentes auch dann, wenn Unterschiede im Wickeldurchmesser bei den Trommeln entstehen, wie beim Aufspulen einer zweiten, dritten usw. Seillage, oder beim Aufspulen von Flachseilen. Im Übergangzustand läßt das in die nächste Seillage überspringende Seiltrum in seiner Zugkraft nach (da das an die Trommel vom Getriebe abgegebene Drehmoment nur unwesentlich wächst), bis das zweite Seiltrum gleichfalls in die zweite Seillage übergeht und damit wieder Gleichheit beider Wickeldurchmesser eintritt. Es entstehen also bei Vorhandensein ungleicher Wickeldurchmesser geringfügige, aber praktisch belanglose Schwankungen in der Verteilung der Gesamtzugkraft auf die beiden Seiltrümer bei gleichbleibender Hubgeschwindigkeit. Die Übersetzung zwischen der Antriebmotorwelle *k* und den beiden Trommeln *e* und *f* ist bei dieser Anordnung doppelt so groß, als wenn eines von den Zentralrädern *c* oder *d* am Gestell festgelegt wäre. Der Zahndruck wird halb so groß, weil die Last auf die beiden Seile verteilt ist. Das Windwerk kann mit hochbordigen, schmalen Seiltrommeln für mehrfach übereinandergewickelte Rundseile oder mit Bobinen für Flachseile ausgestattet werden, weil die Unterschiede in den Wickeldurchmessern durch die Differentialwirkung des Getriebes ausgeglichen werden. Das ermöglicht einen ungewöhnlich gedrängten Zusammenbau des ganzen Windwerkes, das bei 2500 kg Tragkraft, 7 m Hubhöhe und 1500 Uml./min des Motors nur einen Raum von 0,026 m³ einnimmt. Der elektrische Teil des Hebezeuges wird umfangreicher, und nur in engster Zusammenarbeit zwischen Elektro- und Maschineningenieur ist die in Abb. 1 und 2 dargestellte gedrungene Form als ein in sich geschlossenes Ganzes entstanden.

Zur Ermittlung der Umlaufzahlen der einzelnen Getriebeteile kann folgender Weg eingeschlagen werden: Die Zähnezahlen betragen beispielsweise für *a*: 18, *b*: 21, *c*: 48, *d*: 51, *g*: 9. Man betrachtet nun zunächst die Schwesterradachse samt Steg *s* feststehend und das ganze Getriebe wie ein normales Rädertriebwerk unter der vorläufigen Annahme, daß der Zahnkranz *d* eine volle Umdrehung machen möge; dann errechnen sich in bekannter Weise für die Umlaufzahlen der übrigen Getriebeteile die in Reihe I und II aufgeführten Zahlenwerte, wobei die Vorzeichen die Drehrichtung angeben, beispielsweise + = rechtsdrehend, — = linksdrehend. Die Drehrichtung zeigt sich vorab noch für beide Trommeln als gleich und positiv + 0,91 und + 1,00. Man erteilt nun dem ganzen System, also allen einzelnen Getriebeteilen einschließlich des Steges *s* eine Rückwärtsbewegung um 0,955 Umdrehungen (Reihe III), d. i. das arithmetische Mittel der Trommeldrehzahlen.

	c	*d*	*a b*	*g*	*s*
I	$\frac{51 \cdot 18}{21 \cdot 48}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{51}{21}$	$-\frac{51}{9}$	0
II	0,910	1,000	2,430	— 5,660	0
III	— 0,955	— 0,955	— 0,955	— 0,955	— 0,955
IV	— 0,045	+ 0,045	+ 1,475	— 6,615	— 0,955
V	— 9,9	+ 9,9	+ 324	— 1450	— 210

Die Addition der Werte in Reihe II und III liefert die i Reihe IV aufgeführten Vorergebnisse, die bereits die Gegen läufigkeit der Trommeln in die Erscheinung treten lassen. U die endgültige Drehzahl zu ermitteln, muß man durchgängig m einem Faktor multiplizieren, der die vorläufige Drehzahl d zentralen Ritzelwelle *g* auf die tatsächliche Umlaufzahl d Antriebmotors bringt; dieser Faktor beträgt hier ~ 220 u liefert die Endergebnisse in Reihe V. Im Gegensatz zu Formel die nur eine unmittelbare Berechnung der Gesamtübersetzun gestatten, gewährt vorstehendes Verfahren einen guten Übe blick über die Relativgeschwindigkeiten zwischen den einzelne Teilen des Getriebes, die für die Ausbildung der Lagerungen vo Wichtigkeit sind.

Die graphische Bestimmung der Umlaufzahlen an Han eines Geschwindigkeitsrisses, vgl. Abb. 9, wäre hier wegen d äußerst flach verlaufenden Schnitte nicht am Platze; denn di Übersetzungen werden sehr beträchtlich, wenn im Grenzfalle d Zähnezahlen von *c* und *d* übereinstimmen und nur die Schweste räder einen Zahn Verschiedenheit zeigen. Es wird dann z. für $a = 18$, $b = 19$, $c = d = 48$, $g = 9$ die Übersetzung rd. 1 : 23 Wegen der dreimal vorhandenen (und in einem Stück he gestellten) Schwesterradgruppen wählt man für die Zentralräd durch 3 teilbare Zähnezahlen und sichert das Zusammenarbeite der in oben angeführter Zusammenstellung normalerweise nic ausführbaren Räder durch entsprechende Änderung der Verza nung, z. B. überhöhte Zahnköpfe. Wie erwähnt, gleicht das vo beschriebene Getriebe die Züge der beiden Hubseiltrümer geger einander aus. Durch Ausrüstung der einen Seiltrommel mit ein Bremse *t*, Abb. 6, ließe sich künstlich eine Verschiedenheit in de Seilzügen hervorbringen und die dann eintretende Relativbew gung zwischen den Seilen zum Auslösen von doppeltrumig au gehängten Kippkübeln, Einseilselbstgreifern oder dergl., und zwa ohne besondere Steuerseile nebst Zubehör, benutzen.

Eine noch weitergehende Auswertung aller nur denkbare Betriebmöglichkeiten gestattet das Umlaufrädergetriebe in d durch Abb. 7 dargestellten Zusammensetzung. Die eigenartig hier in Betracht gezogene Betätigung eines Zweiseilgreifer Abb. 8, erfordert neben Verteilung der Last auf zwei Hubsei und Relativbewegung des einen Seiles gegen das andre insbeso dere noch zwangsweisen Gleichlauf beider Trümer und en sprechende Drehung der zugehörigen Seiltrommeln. Eine u mittelbare Kupplung der Seiltrommeln würde an sich die gestell Aufgabe bestens erfüllen, ist aber wegen der Gegenläufigkeit nic möglich und wird ersetzt durch Anordnung eines weiteren a bremsbaren Zentralrades *w* nebst zugehörigen Schwesterräder Sein Teilkreis ist gemäß Geschwindigkeitsriß, Abb. 9, durch de Augenblickspol *P* der sich abwälzenden Planetenräder gelegt, un daher bleibt er bei gleichmäßig in entgegengesetzter Richtung un laufenden und dabei gleichmäßig belasteten Trommeln in Ruh umgekehrt erzwingt er, festgebremst, zwangsweise entgegengeset gleichen Lauf der Trommeln auch bei wesentlich verschieden Belastung, und nur dann tritt Zahndruck in diesem Teil des G triebes auf.

Dasselbe wird durch Abb. 7 veranschaulicht. Auf einer fes stehenden Mittelachse sind das Antriebzahnrad nebst Ritzel und die beiden gegenläufigen Lasttrommeln *e* und *f* gelagert. A der Lasttrommel *e* ist eine Bremsscheibe *w* frei drehbar gelager die Lasttrommel *f* ist mit der Bremsscheibe *t* verbunden. In de Lasttrommel *e* ist die Stegwelle *s* des Umlaufrädergetriebes g lagert; sie ist mit drei Schwesterrädern verbunden, von dene

Abb. 6. Flaschenzug mit Bremse für eine Seiltrommel.

Abb. 7. Erweitertes Umlaufrädergetriebe für Zweiseilgreifer, neuere Bauart.

Abb. 8. Zweiseilgreifer.

eine b mit dem auf der mittleren Welle drehbaren Antriebrad g, das zweite x mit einem innen verzahnten, mit der Bremsscheibe w verbundenen Zentralrad und das dritte a mit einem innen verzahnten, mit der Lasttrommel f und dadurch mit der Bremsscheibe t verbundenen Zentralrad kämmt. Beide innen verzahnte Zentralräder sind mit Bremsscheiben verbunden. Von der Trommel e läuft ein Seil l, Abb. 8, durch die Klüse i des Greiferkopfes k und durch den Flaschenzug zum Greiferkopf; von der Trommel f läuft ein Seil m unmittelbar zu seiner Befestigungsstelle u am Greiferkopf. Die Seile sind in einander entgegengesetztem Sinne auf ihre Trommeln aufgewickelt, so daß sie sich bei gegenläufigen Lasttrommeln gleichzeitig auf- oder abwickeln.

Die Übersetzungen zwischen den Schwesterrädern x und a und den zugehörigen Zentralrädern sind so bemessen, daß die Lasttrommeln sich nicht nur bei gelösten Bremsen w und t, sondern auch bei Feststellung der Bremsscheibe w gegenläufig bewegen. Bei gelösten Bremsen wirkt das Umlaufrädergetriebe zwischen beiden Trommeln ausgleichend derart, daß sich ein durch die Übersetzung bestimmtes feststehendes Verhältnis zwischen den Spannungen der beiden Seile einstellt, unabhängig davon, ob der Antriebsmotor still steht oder sich bewegt. Dieses Verhältnis wird auch bei ungleichmäßigem Aufspulen der Seile während des Greiferschließens aufrecht erhalten. Die Umlaufgeschwindigkeit der Trommeln stellt sich bei gelösten Bremsen zwangschlüssig so ein, daß das Verhältnis gewahrt bleibt. Bei festgestellter Bremsscheibe t läuft nur die Trommel e um, bei festgestellter Bremsscheibe w laufen beide Trommeln mit der durch die Räderübersetzung erzwungenen Geschwindigkeit um. Diese Übersetzung ist auf gleiche Wickelgeschwindigkeit eingerichtet.

Zum Schließen des auf das Fördergut abgesenkten Greifers wird der Motor auf „Heben" geschaltet und beide Bremsen w und t gelöst. Die mit dem Greiferkopf durch das Seil m in Verbindung stehende Trommel f strafft dieses, steht aber im wesentlichen wie auch der Greiferkopf still oder spult sogar etwas ab, während der Greifer in das Fördergut eindringt, während die Trommel e, demgemäß schneller umlaufend, dafür mehr Seillänge des Seiles l einholt. Dieses Geschwindigkeitsverhältnis der beiden Trommeln wird dadurch erzwungen, daß beim Anheben des Greiferkopfes in dem Seil m eine weit höhere Spannung entstehen würde, als die Übersetzung zwischen der Trommel f und der Trommel e zuläßt.

Die Geschwindigkeit der Schließseiltrommel ist während des Schließens doppelt so groß wie normalerweise, da aber das Schließseiltrum entsprechend mehrfach in den Flaschenzug eingeschert ist, wird die Schließbewegung selbst nicht beschleunigt gegenüber den seither üblichen Anordnungen. Nach beendeter Schließbewegung folgt auch der Greiferkopf dem Zug des Seiles m, ohne daß irgend etwas an der Schaltung des Motors oder der Bremsen geändert wird. Nunmehr wickeln sich beide Seile mit der gleichen Geschwindigkeit auf ihre Trommeln; sie sind während des Greiferhubes und der anschließenden Hubbewegung annähernd gleich belastet, ebenso beim Senken, anders aber beim Öffnen. Soll der Greifer gesenkt werden, so wird die Arbeitsrichtung des Motors zunächst umgesteuert; soll er dann entleert werden, dann wird die Trommel f mittels der Bremsscheibe t festgestellt, so daß das Seil l allein von der Trommel e abläuft. Wird dann die Bremsscheibe t gelöst und die Bremsscheibe w festgestellt, so senkt sich der Greifer in geöffneter Stellung, wobei das Seil m seine volle Last trägt, während das Seil l unbelastet, aber stets mit gleicher Geschwindigkeit mitläuft. Ebenso wird der Greifer bei Hubschaltung der Winde in offener Stellung gehoben.

Diese Arbeitsweise des Greifers und seine Beeinflussung durch das Windwerk weicht von bekannten Normalkonstrukionen nicht unwesentlich ab. Gewöhnlich hängt ja der Selbstgreifer nach erfolgtem Schaufelschluß lediglich am Schließseil, während der Zug des durch eine Friktionsschleppkupplung gestrafften Entleerseiles dagegen fast verschwindet. Wenn nun hier durch die ausgleichende Wirkung des zwischen die Trommeln geschalteten Umlaufrädergetriebes eine Verteilung der Bruttonutzlast auf das Schließ- und Entleertrum stattfindet, ergibt sich die schon vorerwähnte Notwendigkeit, das Schließseil wegen der geringeren, ihm innewohnenden Spannung entsprechend öfter einzuscheren, wenn dieselbe Schließkraft erreicht werden soll; es ist also beispielsweise ein Flaschenzug mit achtfacher Übersetzung eingeschert, wenn die Wirkung eines vierfachen bei normaler Greiferbauart erreicht werden soll, wobei die Anzahl der notwendigen Rollen gegenüber der normalen doppeltrumigen Ausführung mit zwei parallel arbeitenden vierfachen Flaschenzügen aber nicht verdoppelt zu werden braucht.

Es ließe sich nun eine weitere Vergrößerung der Schließkraft erzielen dadurch, daß man die zunächst auf halbe Bruttolast verminderte Zugkraft des Schließseiltrumes künstlich annähernd bis auf Vollast steigert und dafür diejenige des am Greiferkopf befestigten Entleerseiltrumes vermindert. Es läßt sich das in einfachster Weise durch Einlegen der Schlepptrommelbremse kurz nach erfolgtem Greiferschluß erreichen und zweckmäßig jeweils dann anwenden, wenn der Greifer ein größeres Materialstück erfaßt hat, das unbedingt zwecks restlosen Schlußes der Schaufeln noch zerbissen werden soll, oder wenn Materialstauungen bei übervollem Greifer auftreten. Dieser Betriebsvorgang spielt sich während des eigentlichen Hubvorganges ab und erfordert, worauf besonders hinzuweisen ist, weder eine Vergrößerung der von vornherein vorzusehenden Flaschenzugübersetzung noch eine solche des Schließhubes, sondern lediglich eine kurze, meist nur Bruchteile von Sekunden dauernde Mehrbelastung des Motors, entsprechend dem durch die Bremsung der Entleerseiltrommel hervorgerufenen augenblicklichen Kraftmehrbedarf.

Man wird von der Möglichkeit einer Schließkraftsteigerung gegen Greiferschluß insbesondere dann mit Vorteil Gebrauch machen, wenn man solche Greifer verwenden will, deren Schließkraftkurve abfallende Tendenz hat, z. B. Stangengreifer. Diese sind im Gegensatz zu den meisten Gestellgreifern nicht kopfschwer, kippen deshalb nicht so leicht auf der Böschung bei Schrägstellung, weisen aber den Mangel auf, daß ihre im Anfang der Greifbewegung recht gute Schließkraftwirkung gegen Ende

Abb. 9. Geschwindigkeitsriß.

der Bewegung bedeutend nachläßt und dann oft genug zu unvollkommenem Schließen mit all seinen Unzuträglichkeiten Veranlassung gibt. Die hiergegen jetzt gebräuchlichen Abhilfsmittel sind ausgesprochene Notbehelfe gegenüber der geschilderten Betriebsweise mit Umlaufräderwerk.

Das Anziehen der Schlepptrommelbremse hat somit in verschiedenen Abschnitten des Arbeitspieles ganz wesentlich andre Wirkung; beim Senken wird dadurch die Öffnung und Entleerung des Greifers eingeleitet, beim Heben, und zwar lediglich gegen Schluß des eigentlichen Greifens eine Steigerung der Umfangskraft der Schließseiltrommel hervorgerufen und damit die Schließkraft der Schaufeln vergrößert. Je nach Art der Beeinflussung der Bremse für den Ausgleichzahnkranz w dient auch diese doppelten Zwecken, einmal, wie vorerwähnt, zur Erzwingung gegengleichen Laufes der Lasttrommeln, dann aber auch unmittelbar durch die Spannung des Schließseiles beeinflußt, zur Verhinderung von Schlappseilbildung bei Fehlsteuerung seitens des Führers.

Infolge von Unachtsamkeit kann es ja gelegentlich vorkommen, daß der Kranführer nach dem Öffnen noch Schlappseil von der Schließseiltrommel abwickeln läßt, bevor auf erzwungenen Gleichlauf beider Trommeln und Seile umgesteuert und offen weiter gesenkt wird. Dieser Übelstand wird beseitigt, indem die willkürlich lösbare, den Gleichlauf beider Seile erzwingende Bremse des Ausgleichzahnkranzes durch die Spannung des Schließseiles selbsttätig geschlossen wird mit Hilfe einer Vorrichtung, wie in Abb. 10 dargestellt. Beide Bremsen werden hierbei durch Federkraft angezogen und vom Führer gelüftet wie durch Lüftmagnete betätigte Bremsen. Diese Maßnahme erleichtert die gemeinsame Steuerung beider Bremsen durch e i n e n e i n z i g e n Handhebel über eine Nockenwelle oder dergl. In der schematischen Darstellung, Abb. 10, ist nur die Bremse für den Ausgleichzahnkranz w

Abb. 10. Vorrichtung zum selbsttätigen Schluß der willkürlich lösbaren Bremse.

mit Zubehör veranschaulicht. Die Bremskraft im Bande *v* wird durch eine Feder *q* erzeugt, die zwischen den Bremshebel *r* und den Leitrollenträger *s* eingeschaltet ist. Dieser übt auf die Feder *q* einen Druck aus, dessen Größe der augenblicklichen Schließseilspannung proportional ist. Die Federspannung und damit die Bremskraft verschwindet sonach bei entstehendem Schlappseil; denn die Zugkraft im Trum *l* genügt dann nicht mehr, um die Leittrommel *m* hinreichend anzuheben. In diesem Falle sind, freilich nur für einen Augenblick, beide Bremsen zugleich gelüftet, und der Greifer könnte zuklappen. Das Umlaufgetriebe sucht nunmehr zunächst die Spannung der beiden Seiltrümer (wie bei der Schließbewegung) auszugleichen und holt so den Überschuß an Seillänge im Trum *l* ein. Als Folge hiervon wird die Leitrolle *y* angehoben und durch den Leitrollenträger *s* die Bremsfeder *q* angespannt derart, daß schon bei einer mäßigen, einstellbaren Anspannung des Schließseiles der Hilfszahnkranz *w* festgestellt und damit Gleichlauf beider Trommeln erzwungen wird, bevor es zum Schließen des Greifers kommt, d. h. der Greifer senkt offen weiter ab, ohne im Trum *l* Schlappseil aufzuweisen.

Soll die Bremse *w* trotz vorhandener Spannung im Schließseil ausgeschaltet werden, so erfolgt dies in der üblichen Weise durch den Handschalthebel unter weiterer Anspannung der Feder *q*.

Auch das Umlaufrädergetriebe für Doppeltrommel-Greiferwinden kann man außerordentlich gedrungen sowie insgesamt auf einer einzigen feststehenden Welle aufbauen und bequem in die Trommeln selbst einfügen. Lediglich deren Abmessungen, bedingt durch Seilstärke und Hubhöhe, sind ausschlaggebend für den Raumbedarf des Hebezeuges. Bei der in Abb. 11 und 12 dargestellten Laufkatze mit mehrfachem Flasc[...]zug im Greifer ist einseitige Einführung des Schließseil[...] erforderlich; die Befestigungsstelle für das Entleerseiltru[...] muß des Gewichtsausgleiches wegen gegengleich zur senkrec[...] Schwerlinie des Greifers der Klüse gegenüberliegen. Die [...]bindungslinie der Seilmitten bildet mit den Hauptsymmetrieac[...] einen 45°-Winkel. Vertauscht man nun, wie in Abb. 13 un[...] angedeutet, die Achsen für die Seilleitrollen im Windenrah[...] dann verschieben sich die Seilablaufpunkte derart, daß sich [...] Drehung des Greifers um 90° ergibt; d. h. es läßt sich [...] einfachster Weise, ohne Änderung der Bauart mit ein und [...] selben Arbeitsgerät „quer“ und „längs“ greifen, letzteres [...]sprechend einem Klaftern des Greifers in Fahrtrichtung [...] Laufkatze. [B 41[...]

Abb. 13 und 14. Lage der Seilleitro[...] im Windenrahmen.

Abb. 11 und 12. Laufkatze mit Triebwerk im Führerhaus und Greifer an Hubseilen vor dem Führerhaus.

Hydraulische Hochspeicherkraftwerke.

Von Oberingenieur A. Maas, Ravensburg.

(Schluß von S. 1167.)

Das Schwarzenbachwerk.

Die bedeutendste Speicherkraftanlage mit Pumpenbetrieb ist ; Schwarzenbachwerk[1]) der Badischen Landes-Elektrizitäts-rsorgungs-A.-G. (Badenwerk). Es bildet eine Erweiterung des irgwerkes bei Forbach im badischen Schwarzwald. Hier sind eits fünf Spiralturbinen mit je 7000 PS Spitzenleistung bei 145 m Gefäll von J. M. Voith, Heidenheim, im Betrieb. Jr Murgweiher faßt kaum 1000 m³, und durch die Turbinen nen in den Spitzen höchstens 22 m³/s, bei normalem Betrieb er nur etwa ⅔ dieser Wassermenge ausgenutzt werden. Die hwarzenbachsperre mit Mill. m³ Inhalt liegt r einige Kilometer n Murgwerk entfernt. weiteres Staubecken t rd. 16 Mill. m³ Fassgsvermögen im Raunzachtal ist als späe Vergrößerung des Schwarzenbachwerkes gesehen. Diese beia Staubecken sollen ereinander verbunden rden; ihre Wasseregel gleichen sich enseitig aus.

Die Schwarzenbach-rrmauer hat fast 70 m ößte Höhe und 380 m nge an der Mauerne; sie wird von der iemens-Bauunion, rlin, errichtet. Die ste Spiegelabsenkung trägt 40 m. Als Grundablässe in der Sperrmauer sind zwei C-Kugelschieber von 0,8 m l. W. gewählt, die als Sonderführung mit zwei Druckplatten so gebaut sind, daß der Aus- der Schieber ohne weitere sonstige Abschlußvorrichtungen glich ist.

Der Stollen zwischen Sperre und Wasserschloß ist rd. 1 km lang und wird an der Entnahmestelle durch eine Zylinderstütze mit vorgelagertem Rechen verschlossen. Zwei weitere Abschlußvorrichtungen werden in den gabelförmig sich teilenden Stollen in rd. 300 m Entfernung vom Einlauf eingebaut. Dies sind ebenfalls Kugelschieber von 1,9 m l. W. mit elektrischem Antrieb, Abb. 16. In der Schieberkammer ist die Aufstellung eines weiteren Kugelschiebers von 2,3 m l. W. vorgesehen, der die Überleitung aus der später zu erbauenden Raumünzach-Talsperre anschließt. Hinter der Schieberkammer, die rd. 60 m unter Tage liegt, vereinigen sich die drei Äste zu einem Stollen von 3 m Dmr., der in das Wasserschloß mündet. Dieses hat eine Höhe von etwa 6 m und besteht aus einer oberen und unteren Kammer, die durch einen Steigschacht verbunden sind.

An das Wasserschloß schließt der rd. 180 m lange Vorstollen an, der die aus zwei Strängen bestehende Rohrleitung aufnimmt. In jeden Strang wird eine Drosselklappe eingebaut, die vom Krafthaus durch eine elektrische Fernsteuerung oder bei Rohrbruch durch eine Stauscheibe betätigt werden kann. Die im Grundriß geradlinigen und in ihrem unteren Teil parallel zur Murgleitung verlaufenden beiden Stränge der Schwarzenbachrohrleitung erhalten je rd. 800 m Länge und sind in drei Zonen von 2000, 1800 und 1600 mm l. W. eingeteilt. Die Rohrleitung wurde von A. Thyssen in Mülheim geliefert und ist mittels Wassergas überlappt geschweißt. Die geraden Rohre sind durch Nietmuffen, die Rohrkrümmer durch Bundflanschen verbunden. Unterhalb jedes Festpunktes ist ein Ausdehnungsstück eingeschaltet. Die Rohrleitung wird von Escher, Wyß & Cie. verlegt, von welcher Firma auch die Ausführungszeichnungen stammen.

In Abb. 17 ist das Schema der Speicherung unter Weglassung aller Einzelheiten wie Stollen, Schieberkammer, Wasserschloß und Rohrführung dargestellt.

[1]) s. Z. Bd. 67 (1923) S. 429; Schweiz. Bauzeitung Bd. 82 (1923) Nr. 3 und 4; „Wasserkraft" 1924 Nr. 1/2.

Abb. 18. Maschinensatz des Schwarzenbachwerkes. Turbine 27 500 PS, Pumpen 10 000 PS.

Die größten statischen Druckhöhen bei gefüllten Speichern betragen für das Murgwerk 149 m und für das Schwarzenbachwerk 362 m. Die Rohrleitung des ersten Ausbaues führt das Murgwasser den fünf Spiralturbinen zu, und eine daran anschließende Zwischenleitung stellt die Verbindung mit den Saugstutzen der großen Pumpen des Schwarzenbachwerkes her. Die erste Rohrleitung des zweiten Ausbaues soll zwei große Freistrahlturbinen speisen, an die durch eine Verbindungsleitung die Druckstutzen der Speicherpumpen angeschlossen werden. Zum Speichern des Murgwassers in die Schwarzenbachsperre werden also die Turbinenrohrleitungen benutzt, und von den Pumpen sind als kleinste manometrische Förderhöhe 181 m, als größte 252 m zu überwinden. Die großen Unterschiede in der Förderhöhe ergeben sich aus den starken Schwankungen der Wasserspiegel in den beiden Speicherbecken.

Die beiden zur Aufstellung gelangenden großen Freistrahlturbinen, Abb. 18 bis 23, von denen die eine von J. M. Voith, Heidenheim, und die andre von Escher, Wyß & Cie., Ravensburg, geliefert wird, Abb. 24, sind mit drei Laufrädern und sechs Düsen ausgeführt, um die Drehzahl von 500 Uml./min zu erreichen. Bei dem Höchstgefälle von 357 m dürften die Turbinen eine höchste Leistung von je rd. 27 500 PS erreichen und damit die stärksten Wasserturbinen Europas sein.

Die Stahlgußschaufeln der Escher-Wyß-Turbine sind auf angeschmiedeten Flanschen der Turbinenwelle aufgesetzt, durch je einen Bolzen unter Anzug verschraubt und untereinander durch kegelige Spannschrauben verkeilt, Abb. 25. Die Turbinenwelle ruht in zwei kräftigen Lagern mit Ringschmierung und besonderer Spülölschmierung. Die Turbinen- und Dynamowellen sind durch Kuppelflanschen starr verbunden. Der Turbinenschacht ist gepanzert und hat einen Rost aus kräftigen Eisenstäben. Zum Abschluß der Turbinen dienen hydraulisch betätigte Kugelschieber von 1,1 m l. W., deren Steuerung bei Störung im Reguliermechanismus und Überschreitung einer bestimmten Umlaufzahl von einem am Wellenende der Turbine sitzenden Sicherheitspendel beeinflußt wird und das Schließen des Schiebers in kurzer Zeit ermöglicht.

Abb. 16. Talsperren-Kugelschieber für 1900 mm l. W. von Escher, Wyß & Cie.

Bei der Doppelregelung der EWC-Turbine sind die Strahlablenker mit dem Öldruckregler starr verbunden, während die Nadeln von drei auf den oberen Düseneinläufen aufgesetzten eigenen Servomotoren, die mechanisch mit den unteren Düsennadeln verbunden sind, geregelt werden. Die Ventile der einzelnen Düsenregulierungen werden von der Regulierwelle gesteuert. Diese Art der Regelung bietet den Vorteil, daß je eine obere und untere Düse ganz abgeschaltet werden kann, so daß das Niedrigwasser stets mit bestem Wirkungsgrad ausgenutzt wird. Das Drucköl für die Servomotoren des Reglers und der Düsennadeln liefert eine besondere Druckölanlage. Der Regler selbst ist noch mit einem Hilfszylinder ausgerüstet, der beim Ausbleiben des Öldruckes Druckwasser auf einen Kolben leitet und die Strahlablenker zum Eingriff bringt. Der Regler zeigt sonst die bekannte Ausführung eines normalen Turbinenreglers mit patentierter Steuerung und Abstellvorrichtung bei Riemenbruch.

Zu jeder Hauptturbine gehört eine Hilfsturbine von 300 PS Höchstleistung und 1090 Uml./min, Abb. 20 u. 21. Sie ist als Einrad-Freistrahlturbine mit einem Strahl gebaut und wird von einem auf die Nadel wirkenden normalen Geschwindigkeitsregler beeinflußt. Die Hilfsturbinen treiben einerseits mittels Schwungrad und Kupplung eine Gleichstrommaschine für die Erregung der Drehstromerzeuger, anderseits mehrere hintereinander gekuppelte Ölpumpen. Die der Turbine am nächsten gelegene Zahnradpumpe liefert das Drucköl für den Regler und die Nadelservomotoren, die mittlere dient als Spülölpumpe für die Schmierung der Turbinen- und Dynamolager und die letzte, durch eine ausrückbare Kupplung angeschlossen, fördert Drucköl bis 40 at für die stark belasteten Dynamolager beim Anlassen und Auslaufen der Hauptmaschine. Das Regler- und das Lagerschmieröl wird durch Kühlschlangen in den Ölbehältern und besondere Röhrenkühler mit dem Abwasser der Hilfsturbine gekühlt.

Die beiden großen Drehstromerzeuger der Siemens-Schuckertwerke und von Brown, Boveri & Cie. haben je 20 000 kVA Leistung und 10 000 V Maschinenspannung und werden in ganz geschlossener Bauart ausgeführt. Sie erhalten getrennte Kanäle für Frischluftzuführung und Warmluftableitung. Die Warmluft kann zur Heizung des Maschinenhauses benutzt werden. Bei Brandfällen wird die Frischluftzuführung durch Fallklappen selbsttätig oder auch mechanisch abgesperrt.

Die unter Zwischenschaltung eines Präzisions-Stirnradgetriebes parallel arbeitenden beiden großen Speicherpumpen eines Maschinensatzes, Abb. 19, 20, 23 und 26, der Firma Escher, Wyß & Cie., Ravensburg, laufen mit 1000 Uml./min und fördern bei einer mittleren manometrischen Druckhöhe von 230 m zusamm[en] 2,2 m³/s. Der Kraftbedarf beträgt 8320 PS; er kann sich bei [...] 3 m³/s und 181 m Förderhöhe auf 9900 PS steigern. Damit st[ellt] dieser Speichersatz die größten überhaupt ausgeführten Ho[ch]druckpumpen dar.

Während zwischen Rädergetriebe und Pumpen elastis[che] Kupplungen eingebaut sind, wird die Verbindung zwischen [Ge]triebe und Stromerzeuger durch eine elektromagnetische Ku[pplung]

Abb. 17. Schema der Speicherung für das Schwarzenbachwerk.

Abb. 21 bis 23. Seitenrisse und Ansicht von Turbine und Pumpen des Schwarzenbachwerkes.

Abb. 19 und 20. Auf- und Grundriß eines Maschinensatzes vom Schwarzenbachwerk

…der Magnetwerke Eisenach hergestellt, ebenfalls …bisher größte Ausführung. Dadurch ist es möglich, unmittel… vom Kraft- in den Pumpenbetrieb überzugehen, ohne die Ma…ne stillsetzen und die als Motor arbeitende Drehstromdynamo …ierum an das Netz schalten zu müssen. Das Rädergetriebe, … der Firma Fried. Krupp A.-G. in Essen geliefert, hat vier …nradkolben mit Pfeilzähnen; der eine Kolben dient als Um…rad. Die Zahnflanken werden ununterbrochen vor den Eingriffstellen durch Ölstrahl geschmiert und gekühlt. Das Drucköl liefert eine mit der Ritzelwelle gekuppelte Zahnradpumpe, die das Öl durch einen Röhrenkühler nach den Eingriffstellen und in die Getriebe- und Pumpenlager drückt. Vor dem Anlassen des Getriebes schmiert eine kleine Räderpumpe, die von einem Motor angetrieben wird, die Zahnflanken, und erst nach genügender Ölzufuhr kann selbsttätig der blockierte Anlasser vom gleichen Motor betätigt und die Kupplung eingerückt werden.

Abb. 23. Speicherpumpen.

Die Pumpe ist zweistufig mit je einem Doppelrad und zwei vorgeschalteten einfachen Rädern ausgeführt, Abb. 27. Jede Pumpe erhält daher zwei Einlaufgehäuse, denen das Wasser durch ein gegabeltes Zulaufrohr zuströmt. Der Abfluß erfolgt durch das Spiralgehäuse in der Mitte. In die Zulauf- und Druckleitung werden hydraulisch gesteuerte EWC-Kugelschieber von 0,85 m l. W. eingebaut. Die Verteilleitungen, Kugelschieber und Pumpengehäuse bestehen wie die Pumpenlaufräder aus Stahlguß. Die Gesamtlänge des ganzen Maschinensatzes beträgt etwas über 20 m.

Die Betriebsverhältnisse für eine Speicherpumpe sind hier insofern ungewöhnlich, als nicht nur die Fördermenge infolge der stark veränderlichen Überschußkraft außerordentlich schwankt, sondern auch die Förderhöhe sich entsprechend den wechselnden Wasserspiegeln in den Speicherbecken erheblich ändert. Für diese stark veränderlichen Verhältnisse wäre die Einstellung einer gewöhnlichen Schleuderpumpe auf bestimmte Förderhöhen und -mengen nur mit Hilfe einer Drosselregelung möglich gewesen. Da hierbei unter Umständen sehr große Energiemengen durch Drosselung vernichtet werden müssen, so erhielt die der Firma Escher, Wyß & Cie. geschützte Leitschaufelregelung, Abb. 28, für die Ausführung den Vorzug, eine Kon-

Abb. 24. Schwarzenbachturbine mit abgenommener Haube in der Werkstatt von Escher, Wyß & Cie.

struktion, die sonst nur für Turbinen üblich ist und die für Pumpen bisher noch nicht in dieser Art zur Anwendung gebracht wurde. Die Schwarzenbachpumpen stellen somit nicht nur in ihrer Größe etwas Außergewöhnliches dar, sondern auch eine ganz neue Bauart.

Die Leitschaufeln werden in ähnlicher Weise wie bei Wasserturbinen mit Hilfe von Hebeln und Lenkern bewegt, die von je einem auf beiden Seiten der Pumpe angeordneten Regulierring betätigt werden. Zum Drehen der Regulierringe dient wiederum je ein Servomotor mit Betrieb durch Preßwasser, das der Druckleitung entnommen wird. Die Steuerung der Servomotoren besorgt ein selbsttätiger Regler wie bei Wasserturbinen mit dem Unterschied, daß das Pendel nicht von der Maschinenwelle, sondern durch eine besondern äußerst feinfühligen Synchronmotor a getrieben wird, der von der Hauptverteilstelle d Netzes mit Strom gespeist wird. Er spricht also a sämtliche Änderungen in der Periodenzahl des Strom an. Ist das Netz zu stark belastet, so sinkt die Periode zahl, und der Motor läuft langsamer. Der Regler wird d Leitschaufeln im Sinne des Schließens verstellen u somit die Arbeitsaufnahme der Pumpe verringern. U gekehrt bei zu schwacher Belastung des Netzes wi der Motor schneller laufen, der Regler die Pum öffnen und damit die Arbeitsaufnahme vergrößern. D Pumpe paßt sich infolgedessen dem jeweils zur Ve fügung stehenden Leistungsüberschuß selbsttätig a was im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit ein Speicheranlage von großer Bedeutung ist.

Dem Steuerventil des Reglers ist eine Ölsteueru vorgeschaltet, die das erforderliche Drucköl durch ei kleine am Wellenende der einen Speicherpumpe sitzen Pumpe erhält. Fällt die Drehzahl der Speicherpum beim plötzlichen Ausbleiben von Strom, so sinkt au der Öldruck in der kleinen Pumpe, und der Regler ste die Leitschaufeln auf Schlußstellung ein, um sofort da auf die Schließbewegung des Kugelschiebers in d Druckleitung auszulösen. Durch diese Anordnung wi die sonst gebräuchliche und für lange Rohrleitungen g fährliche Rückschlagklappe gänzlich umgangen.

Die Wirksamkeit und den Vorteil der Leitschauf regelung zeigt Abb. 29. Die schwach ausgezoge Kurve A_1 ist die Q Linie bei Drosselreg lung; die zugehöri η-Kurve und d Kraftbedarf sind ebe falls schwach eing zeichnet. Die sta ausgezogene Kurve schar zeigt die W kung der Leitschauf stellung bezüglich Wirkungsgrad u Kraftbedarf bei Le schaufelregelung. A den schraffierten u teren Feldern ist deu lich zu erkennen, w der Wirkungsgrad u

Abb. 25. Turbinenlaufrad.

Abb. 26. Pumpensatz für das Schwarzenbachwerk in der Werkstatt.

Abb. 27. Laufrad der Speicherpumpe des Schwarzenbachwerkes.

Abb. 28. Pumpenlaufrad mit umbautem Regulierleitapparat.

Abb. 29. Diagramme der Schwarzenbachpumpe (eines Rades).

die Arbeitsaufnahme bei Teilbelastung für die regelbare Pumpe wesentlich günstiger ausfallen als bei einer gewöhnlichen Pumpe mit Drosselregelung. Daraus ergibt sich für das Anfahren der geregelten Pumpe beim unmittelbaren Übergang vom Kraft- zum Pumpenbetrieb ein viel geringerer Arbeitsaufwand, was für die ohnedies stark beanspruchte Kupplung von besonderem Vorteil ist.

Ein weiterer Vorzug der Regulierung ist die genaue Einstellung des Leitapparates auf den in der Leitung herrschenden Druck, so daß die Vernichtung der überschüssigen Förderhöhe mit Hilfe des Absperrschiebers oder Drosselorgans wie bei einer gewöhnlichen Pumpe vollständig in Wegfall kommt. In Abb. 29 ist dies kenntlich gemacht durch das schraffierte obere Feld zwischen der als Abszisse eingetragenen mittleren Förderhöhe von 230 m und der QH-Kurve A_1. Danach sind beispielsweise bei 500 l/s Fördermenge und 230 m Förderhöhe rd. 30 m und bei der kleinsten Förderhöhe von 181 m sogar fast 80 m durch Schieber oder Ventil abzudrosseln, während bei den regelbaren Pumpen der Leitapparat nur so einzustellen ist, daß beim ersten Fall die Leitschaufelöffnungen etwa bei A_5 und beim andern zwischen A_5 und A_6 stehen.

Es sei ausdrücklich erwähnt, daß das hier dargestellte Diagramm nur die gewährleisteten Werte wiedergibt, die also nach vorsichtiger Berechnung abgegeben sind, daß aber die wirklichen Werte diese Zahlen sicher überschreiten dürften, wurde doch mit einer Pumpe von fast gleicher Größe und Konstruktion, aber mit fester Leitvorrichtung, bei den maßgebenden Abnahmeversuchen für Vollast ein Wirkungsgrad von 84 vH erreicht. [B 531]

Überverdichtung und Überbemessung bei Maschinen für Lastkraftwagen.

Dem allgemeinen Streben, die Verdichtungsverhältnisse der Kraftwagenmaschinen zu steigern und dadurch die Empfindlichkeit der Maschinen gegen Verschlechterung der Verdampfeigenschaften des Brennstoffes zu mildern sowie ihren spezifischen Brennstoffverbrauch zu verringern, setzt, wie bekannt ist, das sogenannte „Klopfen" namentlich bei benzinähnlichen Brennstoffen sehr bald eine Grenze. Diese an bestimmte Temperatur und an bestimmten Druck des brennbaren Gemisches gebundene Erscheinung tritt aber, wie die Erfahrung lehrt, bei einem gegebenen Verdichtungsverhältnis am ehesten auf, wenn die Maschine mit voll geöffnetem Vergaser langsam läuft, während sie bei höherer Drehzahl noch verschwinden kann. Das erklärt sich sehr einfach dadurch, daß mit der Drehzahl auch die Drosselverluste in der Saugleitung zunehmen, der Zylinder also weniger gefüllt wird als bei langsamerem Lauf und infolgedessen dann der Enddruck der Verdichtung nicht mehr die kritische Grenze erreicht.

Diese Beobachtungen haben die Österreichische Automobil-Fabriks-A.-G. vorm. Austro-Fiat, Wien, veranlaßt, eine selbsttätige Einrichtung zu entwerfen, die ermöglicht, die Saugleitung zwischen Vergaser und Maschine mit abnehmender Drehzahl stärker zu drosseln und so der Gefahr des Klopfens bei erhöhtem Verdichtungsverhältnis der Maschine zu begegnen. Als ein Weg, das Klopfen durch bauliche Veränderungen an der Maschine statt durch Zusätze zum Brennstoff zu bekämpfen, scheint diese Ausführung recht beachtenswert. Die Vorrichtung, die in Abb. 1 im Schnitt dargestellt ist, besteht aus einem Kolbenschieber a, der sich über dem feststehenden Kolben b dicht führt und mit seinem unteren Rand die Öffnung über der Vergaserdrossel c steuert. In das Innere des Raumes zwischen der oberen Seite des Führungskolbens und dem oberen Boden des Kolbenschiebers kann über die Bohrung der abgedichteten Spindel d Außenluft eintreten, während die Oberseite des Kolbenschiebers dem Unterdruck in der Saugleitung ausgesetzt ist. Steigt daher dieser Unterdruck bei Zunahme der Drehzahl der Maschine, so wird der Schieber gegen die Wirkung der Feder e gehoben und sein Drosselquerschnitt erweitert. Versuche mit dieser Anordnung haben gezeigt, daß man damit den Brennstoffverbrauch einer Maschine mit seitlich angeordneten Ventilen ungefähr auf das Maß herabdrücken kann, das sonst nur bei Maschinen mit hängenden Ventilen erreicht wird.

Die Einrichtung hat natürlich auch die Wirkung, daß die Maschine unter allen Umständen gedrosselt arbeiten und daher etwas größer bemessen werden muß, wenn sie bei gegebener Drehzahl die gleiche Höchstleistung wie eine ungedrosselte Maschine abgeben soll. Eine einfache Nachrechnung lehrt aber, daß selbst bei Steigerung des Verdichtungsverhältnisses von 4 auf 5 der Hubraum nur um rd. 26 vH vergrößert zu werden braucht, wenn man die gleiche Höchstleistung erzielen will. Die damit verbundenen Mehrkosten fallen aber gegenüber der erreichbaren Ersparnis an Brennstoff kaum ins Gewicht. Diese Ersparnis wird nicht zuletzt auch dadurch bedingt, daß jede Drosselmaschine wegen des verhältnismäßig größeren Hubraumes die Ausdehnung der Brenngase bis zu einem niedrigeren Druck ausnutzen kann, und dadurch unterscheidet sich das Drosselverfahren sehr vorteilhaft von dem sogenannten Nachladeverfahren. Besonders vorteilhaft sind solche Maschinen für Betrieb mit Sauggas anwendbar, weil man durch eine verhältnismäßig einfache Maßnahme die Drosselung ganz ausschalten und dann wesentlich größere Füllungen und höhere Verdichtungsdrücke als beim Betrieb mit flüssigem Brennstoff erreichen und so die Einbuße an Leistung, die beim Übergang zum Betrieb mit Sauggas auftritt, vermeiden kann.

Abb. 1. Vergaser und Drosseleinrichtung.

Das wird durch folgende Ergebnisse von vergleichenden Versuchen an einer Maschine für Lastkraftwagen bewiesen:

Uml./min	500	600	700	800	900	1000
Leistung bei Benzinbetrieb in PS	29,0	31,8	35,1	39,2	41,4	41,0
Leistung bei Betrieb mit Holzkohlen-Sauggas in PS	26,0	29,4	35,0	40,0	44,0	47,0

Berlin. [M 800] Dr. A. Heller.

Die Entwicklung der Germania-Großölmaschine.

Von Oberbaurat W. Laudahn, Berlin.

(Schluß von S. 1176.)

Sechszylindermaschine 1915.

Nun begann eine Zeit reger Konstruktions- und Bauarbeit, soweit es die Kriegsverhältnisse und Kriegsbedürfnisse irgend gestatteten. Der allgemeine Aufbau des Motors als reine Säulenmaschine wurde nicht geändert. Wie bisher lag vor dem Hauptmotor, Abb. 18 und 19, die in Abb. 20 und 21 dargestellte Spülpumpe, in deren Druckleitung ein Spülluftkühler eingebaut war. Die Spülpumpe sowie einige kleinere Pumpen (Brennstoff-, Rizinusölpumpe für die Druckölsteuerung, Stempel für die Zylinderschmierung) wurden von der Hauptmaschine angetrieben. Für Einblase- und Manövrierluft wurden zwei Kompressoren bei der Frankfurter Maschinenbau A.-G. vorm. Pokorny & Wittekind, Frankfurt a. Main, bestellt, die von Sechszylinder-Viertakt-Dieselmotoren von je 1000 PS angetrieben wurden und allen früheren Kompressorschwierigkeiten ein Ende machten. Alle übrigen Hilfsmaschinen wurden elektrisch angetrieben, und zwar war für die Erzeugung des nötigen Stromes eine 150 kW-Dieseldynamo vorgesehen, die an Bord im Hauptmaschinenraume aufgestellt werden sollte und den Maschinenbetrieb von der sonstigen zur Aushilfe dienenden Stromerzeugeranlage unabhängig macht.

Hinter der Hauptmaschine, also auf der der Spülpumpe abgewendeten Seite, schlossen sich eine Bremsdynamo und die Wasserbremse an. Im ganzen wurden auf Grund der bisherigen Erfahrungen an Konstruktionseinzelheiten zahlreiche Verbesserungen vorgenommen, doch blieben Zylinder und Kolben, auf die es hier hauptsächlich ankommt, in allen wesentlichen Teilen so wie bei den letzten Versuchen der Dreizylindermaschinen, nur daß natürlich keine Spülventilöffnungen mehr vorhanden waren; man hatte es jetzt mit einer reinen Schlitzspülmaschine zu tun. Er-wähnenswert ist höchstens, daß der Übergang zur Kolbenstan[ge]-stopfbüchse noch durch einen um die Kolbenstange herumgreifen-den, gußeisernen, ungekühlten Schutzring gegen Verbrennungs-gase geschützt wurde.

Am 20. August 1916 waren die Zusammenbauarbeiten beendet; die Versuche konnten wieder beginnen. Wie kaum anders unter den damaligen Verhältnissen zu erwarten, gab es zunächst wieder allerhand zeitraubende Störungen. Ein in Aussicht genommener 12stündiger Vollastbetrieb mußte mehrfach abgebrochen werden, weil sich eine an der Dreizylindermaschine nicht beobachtete Neuerscheinung zeigte. Der unterste Teil der Laufbüchse, Abb. 18, riß bei einem Zylinder dort, wo der Befestigungsflansch ansetzte, ein, offenbar, weil die Zylinder im Betriebe seitlich schwankten und dabei der Querschnitt des Laufzylinders unmittelbar an der Befestigungsstelle dauernde Biegungsbeanspruchungen erfuhr. Abhilfe wurde dadurch geschaffen, daß man den unteren Lappen vom Laufzylinder abtrennte, also gewissermaßen den Riß an dem gefährdeten Querschnitte künstlich herstellte, Abb. 22. Diese zuletzt ausgeführte Zylinderbauart hatte gegen früher verbesserte Stahlhauben und für günstigere Spülluftführung eingerichtete Kolben. Leider wurde diese Maßnahme zunächst nur an dem einen beschädigten Zylinder getroffen. [Na]ch der Änderung konnte am 25. Januar 1917 eine kürzere Fahrt mit 10 000 PS$_e$ bei etwa 140 Uml./min durchgeführt werden. Am 9. Februar 1917 wurde die Höchstleistung bei wieder 140 Uml./min auf 10 600 PS$_e$ gesteigert, und am 10. Februar konnte die vertraglich vorgeschriebene 12stündige Fahrt mit dieser Höchstleistung

Abb. 18 und 19. Allgemeine Anordnung der Sechszylinder-Maschine, Zyl.-Dmr. 875 mm, Kolbenhub 1050 mm.

RZ482Z20 RZ482Z21

Abb. 20 und 21. Spülpumpe.

einwandfrei erledigt werden. Schon am 12. Februar wurde eine Fünftagefahrt begonnen. Sie mußte aber nach 17stündigem Betrieb abgebrochen werden, weil plötzlich die Seewasserkühlung des Motors aussetzte und, als man die Maschine wieder in Gang brachte, Wassereinbruch in einen Zylinder festgestellt wurde.

Die sofort eingeleitete Untersuchung ergab folgendes: Am 8. Februar 1917 hatte in einem Brennstoffventil dieses Zylinders eine Explosion stattgefunden, wodurch die Düsenplatte abgerissen und in den Verbrennungsraum hineingefallen war. Der Kolben hatte die Platte kräftig zusammengestaucht, aber dank des eingebauten federnden „Expansionsstückes" keinen Schaden genommen. Die Haube wurde jedoch dabei etwas eingebeult und platzte infolgedessen an der Kühlwasserseite auf. Die Kolbenstange wurde etwas verbogen, ein Schaden, der, anfangs kaum bemerkbar, sich beim Weiterbetrieb der hochbelasteten Maschine verschlimmerte, so daß schließlich der Kolben am Kegel undicht wurde und Kühlwasser durchtreten ließ, sobald der Motor gestoppt wurde und sich abkühlte. Außerdem waren jetzt an drei weiteren Zylindern die untersten Laufbüchsenansätze angeschnort und eingerissen, woraus sich die Notwendigkeit ergab, die Abtrennung dieses Ansatzes in der aus Abb. 22 ersichtlichen Weise nun auch bei allen übrigen 5 Zylindern auszuführen.

Nachdem es gelungen war, bei Wiederaufnahme der Versuche am 1. Mai 1917 als Höchstleistung bei 140 Uml./min 1100 PS_e Leistung zu erreichen, wurde wenige Tage später die fünftägige Vollastprobe begonnen und mit ganz geringfügigen Störungen durchgeführt.

Von den Ergebnissen dieses Dauerversuchs dürften die folgenden von Interesse sein:

Mittlere Nutzleistung aus dem ganzen Fünftagelauf	10 600 PS_e
Mittlere indizierte Leistung aus dem ganzen Fünftagelauf	13 640 PS_i
Uml./min	140
Zugehörige Spülpumpenleistung	1 095 PS_i
Höchstleistung während einer Stunde	12 060 PS_e
Uml./min bei der Höchstleistung	150
Brennstoffverbrauch (Gasöl) (ausschl. Kompressoren)	211,5 g/PS_eh
Brennstoffverbrauch (einschl. Kompressoren)	234,4 „
Zylinder-Kühlwasserverbrauch (Seewasser)	23,9 l/PS_eh
Kolben-Kühlwasserverbrauch (Frischwasser)	15,3 „
Kühlwasserverbrauch für den Spülluftkühler (Seewasser)	10 „
Temperaturen (Mittelwerte aus der ganzen Versuchsdauer):	
Spülluft vor dem Kühler	51 °C
Spülluft hinter dem Kühler	26 „
Auspuffgase	278 „
eintretendes Zylinder-Kühlwasser	11 „
austretendes Zylinder-Kühlwasser	35 „
eintretendes Kolben-Kühlwasser	23 „
austretendes Kolben-Kühlwasser	40 „
zufließendes Schmieröl	32 „
abfließendes Schmieröl	38 „
Außenluft	20 „
Drücke (Mittelwerte aus der ganzen Versuchsdauer):	
Barometerstand	766 mm Q.-S.
Spülluft	0,3 at
Einblaseluft	80 „
Zylinder-Kühlwasser	1,2 „
Kolben-Kühlwasser	3,0 „
Schmieröl	2,9 „

mittlere indizierte Drücke:
obere Zylinderseiten . . . . 6,92 at
untere Zylinderseiten . . . . . . 5,16 „

im Mittel aus der einstündigen Fahrt mit Höchstleistung (etwas über 12 000 PS_e):
mittlere indizierte Drücke:
obere Zylinderseiten . . . . 7,25 „
untere Zylinderseiten . . . . . . 5,55 „

Eine vorläufige Besichtigung der noch nicht zerlegten Maschine ließ „alles in Ordnung" erscheinen, nur daß einige Kolbenoberflächen, die offenbar unmittelbar vom Brennstoffstrahl oder Stichflammen getroffen worden waren, leichte Zunderstellen oder Anfressungen zeigten. So glaubte man, nun das ursprünglich gesteckte Ziel im großen und ganzen erreicht zu haben, wenn auch die entwickelte Dauerhöchstleistung nicht ganz den Erwartungen entsprach und auch die Güte der Verbrennung bei den höheren Belastungsstufen noch manches zu wünschen übrig ließ. Aber die genaue Besichtigung nach dem Abbau brachte eine große und sehr unangenehme Überraschung: Während die Zylinderoberseiten sämtlich unversehrt geblieben waren, zeigten die meisten Unterseiten abermals Risse, die anscheinend von der Kühlwasserseite aus ihren Anfang genommen hatten. Der amtliche Besichtigungsbericht meldet darüber u. a. folgendes:

Zylinder I: Der Stopfbüchsenhals der unteren Haube ist nahezu ringsum eingerissen.
Zylinder II: An der Hohlkehle des Stopfbüchsenhalses sind kurze Anrisse vorhanden.
Zylinder IV: Außer dem gleichen Riß wie bei Zylinder I, nur hier ganz ringsum laufend, zeigen sich noch am Boden und in der Brennstoffventil-Durchbrechung Risse.
Zylinder V: Gleicher Riß wie bei IV.
Zylinder VI: Gleicher Riß wie bei IV und V.

Ein Gutachten des Direktors der Stahlgußabteilung Essen besagte, daß möglicherweise die Risse beim Vergüten der Zylinder entstanden seien, weil ein Teil des abgesprengten Querschnitts tiefdunkel gefärbt war, was als Merkmal für das Eindringen von Öl beim Vergüten gilt. Die Risse rings um den Stopfbüchsenhals der Zylinder II, IV, V und VI dürften auf Wärmespannungen im Betriebe beruhen. Auch hier kann aber schon die Herstellung Spannungen erzeugt haben. Die übrigen Risse in der Haube IV waren wohl ebenfalls Wärmerisse, die hier durch schlechte Stellen im Material mit verursacht wurden.

Programm und Vorversuche für grundlegende Konstruktionsänderungen.

Dieses Ergebnis machte abermals grundlegende Konstruktionsänderungen nötig, die in folgendem Programm zusammengefaßt wurden:

1. Die untere Haube mit dem in demselben Stück vereinigten Stopfbüchsenhals muß geändert werden — entweder durch eingesetzten, gut gekühlten Deckel oder durch andre Formgebung der Haube, die den verhältnismäßig schroffen Übergang vom flachen erhitzten Boden zum kalt bleibenden, einspannend wirkenden Stopfbüchsenhals vermindert.
2. Die von den hohen Temperaturen berührten Wände, besonders die Durchdringungen, müssen noch besser gekühlt werden, entweder durch entsprechende Formgebung oder durch dünnere Wände. Dann kann man erwarten, daß die Risse im Boden und in der Ventildurchbrechung vermieden werden, die am Zylinder IV nach etwa 650 Betriebstunden aufgetreten sind.
3. Eine konstruktive Verbesserung wäre es, wenn der im Wasser liegende Verbindungsflansch zwischen Haube und Laufbüchse vermieden werden könnte — entweder durch Verlängerung der Haube unter Weglassung der gußeisernen Laufbüchse oder unter Beibehaltung des für Laufzylinder bewährten Gußeisens dur Ausbildung besonderer oberer und unterer Deckel mit ei gesetzten dünnwandigen Spezialstahlhauben und außen l genden, nachziehbaren Verbindungsschrauben.
4. Es scheint ratsam, die durch den auftreffenden Brennsto strahl hervorgerufenen Anfressungen der Kolbenoberfläch durch andre Gestaltung des Verbrennungsraumes zu ve meiden.
5. Die Leistung bei besserer Verbrennung ist zu steigern dur bessere Spülung, die vielleicht auch schon durch die Än rung zu 4 erreicht werden kann.

Ein nach solchen Gesichtspunkten aufgestellter, besonde auch verbesserte Kühlung anstrebender Entwurf ist in Abb. wiedergegeben. Besonders wichtig aber erschien auch eine Ve besserung der Verbrennung, die nur durch Verbesserung d Spülung erreichbar war. Zu diesem Zwecke trat die GW sorgfältige Studien über Spülvorgänge und ihre Vorbedingung ein in der Erwartung, für die ohnedies zu erneuernden Zylind und Kolben auf Grund solcher Studien und Sonderversuche ei Form zu finden, mit der man bei guter Verbrennung und gute thermischen Wirkungsgrad trotz Beibehaltung der reinen Schli spülung 12 000 PS_e selbst im Dauerbetriebe erreichen könnte.

Die Versuchseinrichtung war folgendermaßen zusamme gestellt: Auf ein Zylindermittelstück, das einem Zylinder d Großölmaschine entnommen war und die Spül- und Auspu schlitze enthielt, war ein Glaszylinder von den Abmessungen d Arbeitszylinder (875 mm l. W.) aufgesetzt. Der Glaszylind wurde oben durch einen hölzernen Deckel abgeschlossen, d nach innen zu genau die im Maschinenzylinder vorhandene Fo nachbildete; er war mit einer größeren Zahl einzeln verschlie barer Öffnungen versehen, durch die man eine Stauscheibe z Messung des Luftdrucks an verschiedenen Stellen des Inne zylinders einführen konnte. Der Druck auf die Stauschei wurde an einem mit gefärbter Flüssigkeit gefüllten U-Glasro meßbar gemacht. Im untern Ende des Glaszylinders konnte m einen Holzkolben innerhalb des für die Spül- und Auspuffvo gänge in Betracht kommenden Gebiets, d. h. auf einem Gesan hub von 150 mm, mit annähernd der Geschwindigkeit und Hu zahl des wirklichen Kolbens auf und nieder bewegen. Dur den vom Holzkolben nicht mehr bestrichenen Innenraum d

Abb. 22. Neue Form des „Haubenzylinders".

Abb. 23. Letzter Zylinderentwurf.

szylinders waren viele dünne Drähte wagerecht gezogen, an en Papierfähnchen leicht beweglich aufgehängt waren; endwurde auch die von einer Luftpumpe in den Zylinderraum eblasene Spülluft durch feines Sägemehl sichtbar gemacht. Mit dieser Einrichtung wurden viele Einzelversuche mit verschiedensten Kolbenformen durchgeführt. Die nachenden Angaben beschränken sich auf einige wenige besonkennzeichnende Fälle:

Fall 1. Abb. 24 zeigt die Verhältnisse der Sechszylinderchine; sie gilt für die Zylinder o b e r seite. Das Diagramm Stauscheibendrücke ist eingetragen. Der Versuch bestätigte durch die Papierfähnchen ebenfalls augenfällig gemachte Tatie, daß die Luftgeschwindigkeit unmittelbar über dem Kolben, zwar am Zylinderumfang, weitaus am größten war. Sie m nach der Zylindermitte, besonders schnell aber nach oben ab, so schnell, daß nennenswerte Geschwindigkeiten überot nur bis etwa 250 mm über dem unteren Totpunkt aufen. Der darüber liegende Zylinder war dagegen von einer „Walze" erfüllt, deren wagerechte Achse etwa 400 mm unter dem en Totpunkte lag.

Abb. 25 gibt eine Vorstellung davon, wie überaus ungünstig Spülverhältnisse bei der in der Sechszylindermaschine verdeten Kolbenform gewesen sein dürften. Die Spülluft hatte bar in der Hauptsache nur den untersten Teil der Zylindervon den Verbrennungsrückständen mit der wünschenswerten ndlichkeit gereinigt, und nur dieser untere Teil der Zylinderwar daher auch mit frischer Verbrennungsluft aufgefüllt len. Nur wenig nach oben abgelenkt, strömte die Spülluft geringer Wirksamkeit den Auspuffschlitzen zu. Wenn auch er eigentlichen Maschine die Grenze zwischen „Strom" und lze" selbstverständlich stark verwischt gewesen ist, zumal Glaszylinderversuche die Wirkungen der der Spülung vorhenden Zündung und Verbrennung sowie die Temperaturüsse außer Acht lassen mußten, so macht ein Blick auf 25 es doch verständlich, daß die Leistung hinter der den hlten Zylinderabmessungen entsprechenden zurückblieb.

Das durch die Messung der Stauscheibendrücke gewonnene wurde durch die Papierfähnchen und den Sägemehlstaub bestätigt. Die Fähnchen im oberen Teil des Zylinderraums en an der Spülschlitzseite schlaff herab, flatterten dagegen er Auspuffschlitzseite lebhaft nach oben; sie verhielten sich gerade umgekehrt, wie sie es bei der eigentlich beabsichtigten nung hätten tun müssen. Dagegen zeigten alle Fähnchen oberhalb des Kolbens steif nach den Auspuffschlitzen hin, Beweis, daß die Spülluft hier mit großer Geschwindigkeit nächsten, hier als „Kurzschluß" bezeichneten Ausweg suchte.

Fall 2. Die Schuld an diesem Verhalten der Spülluft war bar der Abrundung des Kolbens bei a, Abb. 24, zuzuschreidie 20 mm Halbmesser aufwies. Der Luftstrom wurde an r Rundung entlanggeführt, er löste sich nicht vom Kolben, rn „klebte" förmlich daran. Diese Auffassung bestätigte Versuch, bei dem die vorher abgerundet gewesene Kante Aufsetzen eines Blechstreifens und Hinterfüllung desselben Schellack „scharf" gemacht und die Abrundung von 20 mm auf 1 mm Halbmesser vermindert war. Indessen gab auch diese Anordnung durchaus nicht etwa das gewünschte Bild. Für alle Kolbenstellungen von mehr als 25 mm über dem unteren Totpunkte trat jetzt „Hochspülen" ein, d. h. der eintretende Luftstrahl strömte an der Spülschlitzseite der Zylinderwand senkrecht nach oben, strich dann, in die Wagerechte umbiegend, unmittelbar unter dem Deckel entlang und hierauf senkrecht abwärts den Auspuffschlitzen zu. Der Raum über dem Kolben wurde nun von einer „Walze" erfüllt, deren wagerechte Achse etwa 350 mm über der unteren Totpunktstellung lag und deren Drehungssinn so gerichtete Geschwindigkeiten voraussetzte, daß unmittelbar über dem Kolben die Luft von den Auspuff- nach den Spülschlitzen zu strömte. Gegenüber dem zuerst beschriebenen Versuch lag also eine vollständige Umkehrung der Verhältnisse vor, aber wiederum so ins Äußerste gehend, daß diese Anordnung für die praktische Ausführung ungeeignet gewesen wäre.

Fall 3. Ein in der Dreizylindermaschine vorübergehend einmal erprobter Kolben, Abb. 26, Kolbenkante etwas überfallend und ebenfalls mit 20 mm abgerundet, zeigte beim Kolbenniedergange bis etwa 35 mm über dem unteren Totpunkt „Hochspülen", für darunter liegende Stellungen dagegen „Kurzschluß". Beim Kolbenaufgange hing die Lage des „Wechselpunktes", in dem der „Kurzschluß" in „Hochspülen" umsprang, stark von der Geschwindigkeit des hochgehenden Kolbens ab. Bei Steigerung des Spülluftdrucks von 0 bis zu ganz geringen Drücken (etwa 400 mm W.-S.) zeigte die Kolbenform in allen Stellungen „Kurzschluß", der indessen bei weiter zunehmendem Drucke rasch in „Hochspülen" umschlug, sobald sich der Kolben höher als 85 mm über der unteren Totpunktlage befand.

Fall 4. Ganz ähnliche Erscheinungen, wie unter Fall 3, wurden auch an einem Kolben beobachtet, bei dem die in Abb. 24 dargestellte Form durch nachträgliches Eindrehen von Rillen scharfkantig gemacht war. Praktisch ist ein solcher Kolben in der Großölmaschine aber nicht erprobt worden.

Fall 5. Wesentliches Erfordernis für gute Zylinderspülung ist, daß in keiner Kolbenlage „Kurzschluß" eintritt, daß aber anderseits auch das „Hochspülen" nicht in einer Form vorkommt, bei der nur geringe Teile der im Zylinderraum vorhandenen Verbrennungsrückstände durch die Auspuffschlitze herausgedrückt werden. Daher wurde zwischen den durch die besprochenen äußersten Fälle gekennzeichneten Grenzen eine größere Zahl von Kolbenformen auf ihre Wirksamkeit hinsichtlich der Spülvorgänge durchgeprüft, wobei sich ergab, daß mit Änderungen des Kolbens allein, also Beibehaltung der Spülschlitzform, das Ziel bei dem vorhandenen Zylinder nicht erreichbar war. Aus diesen Versuchen und Überlegungen entwickelte sich die in Abb. 27 dargestellte neue Kolbenform in Verbindung mit der ebenfalls aus dieser Abbildung ersichtlichen, abgeänderten Schlitzform. Da die scharfe, vorstehende Kante des Kolbens aber gegen die hohen Verbrennungstemperaturen wenig widerstandfähig schien, so schrägte man sie etwas ab, vgl. Abb. 28, was den Spülvorgang nicht beeinträchtigt hat.

Mit den so abgeänderten Formen von Kolben und Spülschlitzen ergab sich das in Abb. 27 wiedergegebene Diagramm

Abb. 24. Stauscheibendrücke der Zylinderoberseite bei bewegtem Kolben (ursprüngl. Form). Hub = 150 mm, 80 Uml./min. Spülpumpe 100 Uml./min.

Abb. 25. Unterteilung des oberen Kolbenhubraumes in Strom- und Walzengebiet (ursprüngl. Form).

Abb. 26. Stauscheibendrücke der Zylinderoberseite bei bewegtem Kolben (veränderte Form).

Abb. 27. Stauscheibendrücke der Zylinderoberseite bei bewegtem Kolben (veränderte Form).

Abb. 29. Unterteilung des Kolbenhubraumes (Zylinderoberseite) in Strom- und Walzengebiet bei Kolben veränderter Form.

Abb. 30. Stauscheibendrücke bei beweg... Kolben (ursprüngl. Form, Zylinderunte... seite). Spülpumpe 100 Uml./min.

der Stauscheibendrücke. Die Drücke waren jetzt in der ganzen Höhe der betrachteten Zylinderoberseite gleichförmig: die größte Luftgeschwindigkeit lag nahe am Deckel. Unterhalb der Zylinderhaube und an den Zylinderwänden selbst waren überall erhebliche positive Luftgeschwindigkeiten vorhanden: nur in der Mitte über dem Kolben blieben die Geschwindigkeiten etwas zurück, da sich der in der Breite der Spülschlitzhöhe austretende Spülluftstrahl offenbar in der verfügbaren, sehr kurzen Zeit nicht über den ganzen Zylinderquerschnitt gleichmäßig verteilen konnte. Fähnchen wie Sägemehl zeigten auch, daß die Spülluft jetzt auf der Spülschlitzseite des Zylinders zunächst senkrecht nach oben ging, aber schon vor dem am Deckel eintretenden Richtungswechsel im breiten Strome dahinfloß und dann auf der andern Zylinderseite, der Auspuffseite, weiter in breitem Strome den Auspuffschlitzen zueilte. Die Spüldrücke betrugen bei diesen Versuchen 0,11 bis 0,18 at: die eingetragenen Grenzen beziehen sich auf die Mindest- und Höchstwerte des Spüldrucks.

Den augenfälligen Unterschied zwischen der so erreichten und der in Abb. 25 dargestellten Spülung zeigt Abb. 29. Auch hier ist zwar noch eine unwirksame „Walze" vorhanden. Aber ihr Inhalt ist beträchtlich kleiner als in Abb. 25, und ihre Lage ist auch für den Arbeitsprozeß des Dieselmotors günstiger, weil bei der Verdichtung die Schicht frischer Luft oben liegt.

In der wirklichen Großölmaschine geht nun dem Spülvorgange stets die Verbrennung und Expansion der Verbrennungsgase voraus. Dann öffnen sich die Auspuffschlitze, und zwar zu einer Zeit, während der im Zylinder noch ein gewisser Überdruck, bis zu 3 at, vorhanden ist. Sobald die Auspuffschlitze vom Kolben freigegeben werden, strömen die Verbrennungsrückstände mit großer Geschwindigkeit aus dem Zylinderinnern, und wenn die Spülluft eintritt, trifft sie im Zylinder schon eine lebhafte, nach den Auspuffschlitzen zu gerichtete Strömung vor.

Diese Umstände verschlechtern die Spülung, wenn im Zylinder „Kurzschluß" der Spülluft vorliegt; sie mildern dagegen das „Hochspülen" und wirken deshalb zweifellos darauf hin, die „Walze" bei der Kolbenform der Abb. 27 bis 29 zu verkleinern. Durch die Verbrennung wird bei Abb. 24 und 25 der Spülvorgang ungünstig, bei Abb. 27 und 29 dagegen günstig beeinflußt.

F a l l 6. Abb. 30 zeigt entsprechend den vorhergegangenen Darlegungen das Spülbild der Unterseite des Zylinders bei Verwendung der bisherigen Kolbenform. Die Auftragung der Stauscheibendrücke läßt erkennen, daß auch hier wie auf der Oberseite „Kurzschluß" vorhanden war, der nur zu beiden Seiten der Kolbenstange etwas gemildert ist, weil längs der Ordinaten II und 2 die Geschwindigkeit nach oben hin nicht so schnell wie bei der durch keine Kolbenstange gestörten Oberseite abfällt. Die Ursache für diese Erscheinung ist offenbar die Kolbenstange, die den mittleren Teil des Spülluftstroms nach oben hin abdrängt.

F a l l 7. Demgegenüber stellt Abb. 31 die wieder ganz entgegengesetzt gearteten Verhältnisse einer für die Unterseite des Zylinders als zweckmäßig ermittelten Form dar. Auch hier war die führende Kolbenkante mit 4 und 2,5 mm wie bei Abb. 28 abgeschrägt. Das Spülbild zeigt große Ähnlichkeit mit d... Abb. 27, nur daß hier der Luftstrom mit noch größerer Ges... digkeit an der unteren Haube entlangstreicht.

Abb. 31. Stauscheibendrücke bei bewegtem Kolben (Zylinderunterseite, veränderte Kolbenform). 75 Uml./min. Hub = 150 mm.

Abb. 28. Abschrägung der führenden Kolbenkante.

Es hat sich bei dieser Untersuchung gezeigt, wie ... verhältnismäßig geringe Veränderungen das Spülbild ver... können, wie sehr es also darauf ankommt, sich über die E... kung der Formgebung auf die Spülung klar zu werden. Es ... höchst wertvoll gewesen, die Richtigkeit der am Glaszylind... fundenen Ergebnisse an der wirklichen Großölmaschine zu p... die Wirkung in bezug auf die im Dauerbetrieb erreichbare H... leistung festzustellen und auch die gesamten bisherigen Erfahr... auf die schon fertig durchgearbeitete Neukonstruktion anzuw...

Leider ist es dazu nicht gekommen. Der Krieg, ... seinem letzten Viertel an die deutsche Industrie kaum zu ... tigende Anforderungen stellte, machte damals die Weiterar... der großen Aufgabe unmöglich, und das unglückliche Krie... bereitete der GW-Versuchsmaschine dasselbe traurige Sch... das die MAN-Großölmaschine betroffen hat, sie verfiel b... wenige Hilfsmaschinen der Verschrotung. Das war zu... einmal das Ende hochfliegender Hoffnungen, stolzer Pläne, ... für die Versuche aufgewendeter Geldmittel! Aber diese A... sind trotzdem nicht nutzlos gewesen; denn die dabei gesam... überaus reichen Erfahrungen stellen ein Kapital von un... barem Werte dar, das für alle Neukonstruktionen zur Verf... steht und die GW befähigen wird, neue Aufgaben auf ve... nungsmotorischem Gebiete, mögen sie nun große oder mittle... schinenleistungen betreffen, mit bestem Erfolge zu lösen.

[B

R U N D S C H A U.

Hebezeuge.

Elektrisch betriebener Drehkran für Lokomotivbekohlung.

Von der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.

bb. 1 und 2 zeigen einen großen fahrbaren Drehkran der Maschinen- E. Becker, Berlin-Reinickendorf, mit Selbstgreifer von 1 m³ für Lokomotivbekohlung. Der Kran wurde im Auftrag der Reichs- irektion Trier gebaut.

)er Kranausleger kann mittels einer von Hand zu betreibenden gesenkt werden, wenn der Kran zum Versand nach einem andern iof in Eisenbahnzüge eingestellt werden soll. Mit dem Ausleger gleichzeitig das Gegengewicht so weit gesenkt, Abb. 2, das es inner- des Durchfahrtprofiles für Eisenbahnfahrzeuge liegt. Bei hoch- enem Ausleger, Abb. 1, also in der Arbeitsstellung, liegt das Gegen- ht oberhalb des Durchfahrtprofiles eines dem Krangleis benach- Eisenbahngleises.

)urch diese neuartige Anordnung des Gegengewichtes wird er- , daß der Kran auf jedem beliebigen Eisenbahngleis verkehren ırbeiten kann, ohne den Verkehr auf dem neben dem Krangleis den Eisenbahngleis zu behindern. Er ist also vollkommen freizügig, ür die Anordnung von Kohlenstapelplätzen und Kohlenbansen be- rs wichtig ist. Denn für derartige Anlagen mußten bisher meistens mit breitspurigen Gleisen verwendet werden, die nur auf ihren en Gleisen verkehren konnten.

(ennzeichnend für den Kran sind folgende Größen:

Tragkraft des Kranes	. . . .	2100 kg
Ausladung von der Drehachse bis Mitte Greifer	. .	11 m
Spurweite des Krangleises normal	. . . . . .	1435 mm

Hubmotor . . rd. 2 PS bei rd. 20 m/min Hubgeschwindigkeit
Drehmotor . . „ 7 „ „ „ 60 „ Schwenkgeschwindigkeit
Kranfahrmotor „ 24 „ „ „ 60 „ Fahrgeschwindigkeit

)ie elektrische Ausrüstung stammt von der Firma Brown, Bo- e & Cie., A.-G., Mannheim. Der Kran arbeitet ohne Wagenstützen ann mit gefülltem Greifer alle Bewegungen: Heben, Senken, Drehen Fahren, gleichzeitig ausführen. Ferner kann der Kran zum Ver-)en mehrerer beladener Kohlenwagen benutzt werden.

Sämtliche Bewegungen der elektrischen Greiferwinde werden durch Hebel (den Steuerhebel des Hubkontrollers) gesteuert. Mit diesem rhebel ist man in der Lage, die Hub- und Senkbewegung des offenen geschlossenen Greifers auszuführen sowie ihn zu öffnen und zu ßen. Hierbei läßt sich jede gewünschte Öffnungsweite des Greifers ler beliebigen Höhenlage innerhalb der Hubgrenzen einstellen. Da Kranführer für die Steuerung sämtlicher Bewegungen des Greifers inen Hebel zu bedienen hat, so kann er seine Aufmerksamkeit vor- nd auf das Ladegut richten. Der Kranführer erreicht infolgedessen r gleichen Zeit wesentlich größere Förderleistungen mit dem Kran it andern Kranen von gleicher Tragkraft, deren Greiferwinden mit- mehrerer Handhebel gesteuert werden müssen.

e in dem Greifer enthaltenen Kohlen en mittels der in den Kran eingebau- eichfähigen Seilzugwage von Albert er & Co., Altona-Ottensen, gewogen. Ergebnis jeder Wägung wird durch den Wiegekartendrucker auf mehrere übereinandergelegte Wiegekarten aufgedruckt. Diese werden an zwei oder drei Überwachungsstellen übergeben, die durch diese Karten eine genaue Übersicht über den Kohlenverbrauch jeder Lokomotive erhalten. Mit Hilfe der Wage spart die Verwaltung zwei Beamte, die bisher für die Verbuchung des Kohlenverbrauches erforderlich waren.

Seitlich an dem Kranwagen, unterhalb des Rahmenlängsträgers, ist ein elektrisch betriebenes Spill für 1000 kg Zugkraft und 1 m/s Geschwindigkeit angebaut, das nach Umschaltung einer Kupplung durch den Kranfahrmotor betrieben wird und zum Verholen von Eisenbahnwagen dient.

Der Kran wird für die oben angegebene Tragkraft von 2100 kg auch mit 12 m Ausladung für Normalspurgleis gebaut. [M 757]

Dampfkraftanlagen.

Tangentialdampftrockner und -reiniger.

Bei starker Dampfentnahme aus Kesseln und insbesondere bei plötzlicher Steigerung dieser Dampfentnahme wird Wasser in Form von kleinen Tröpfchen mitgerissen und bildet, wenn es sich um größere Mengen handelt, eine Gefahr für Zylinder oder Turbinenschaufeln. Erfahrungsgemäß schwankt der Wassergehalt normalen Kesseldampfes zwischen 2 und 6 vH, kann aber in ungünstigen Fällen, besonders bei Lokomotiven, auf 10 vH und mehr steigen. Dadurch wird die Wirtschaftlichkeit des Kesselbetriebes sehr ungünstig beeinflußt; denn jedes Hundertteil Wassergehalt des Dampfes bedingt einen entsprechenden Brennstoffmehrverbrauch.

Ein eigenartiger Grundgedanke ist dem Tompkins-Dampftrockner, Abb. 3 und 4, der vor kurzem auch in Deutschland auf den Markt gekommen ist, zugrundegelegt. In ihm wird der vom Kessel kommende Dampf zwei hintereinander liegenden kammerartigen Erweiterungen des Dampfrohres zugeführt. In der ersten wird er durch eine Prallplatte in tangential verlaufende Kanäle geführt, die durch Leitschaufeln gebildet werden. Hier nimmt er eine schnellkreisende Bewegung an, die bei der für ein bestimmtes Modell auftretenden Dampfgeschwindigkeit etwa 40 Uml./s beträgt. In diesem Zustande kommt der Dampf in die zweite Kammer, und hier schlägt sich nicht allein Wasser, sondern auch jede andre Verunreinigung infolge der Fliehkraft an den Wandungen nieder. Am Ende der zweiten Kammer befindet sich eine Rille, die alle Abscheidungen einem tangential abzweigenden Ableitungsrohr zuführt. Der gereinigte und trockne Dampf strömt zentral aus der Kammer weiter.

Die Apparate werden in Niederdruckausführung gebaut; sie liegen dann im Dampfdom, und das Abscheiderohr führt das Wasser unmittelbar in den Kessel zurück. Sollen sie außerhalb des Kessels liegen, so kommt eine Hochdruckausführung in Frage, deren Gehäuse aus Stahlguß angefertigt ist; hierbei wird das Wasser zunächst in einen Sammeltopf geführt und dann zurückgeleitet. Für Landbetrieb, Schiffsbetrieb und für Lokomotiven werden besondere Modelle ausgeführt. Der Wir-

RZ757Z2

Abb. 2 Drehkran mit gesenktem Ausleger, fertig für Versand.

Abb. 1 und 2. Fahrbarer Drehkran der Maschinenfabrik Becker, Berlin-Reinickendorf für 1 m³ Greiferinhalt.

RZ757Z1

Abb. 1. Drehkran mit hochgezogenem Ausleger.

a
Dampf vom Kessel
a
b
a
a
b
RZ620Z1u.2

Abb. 3 und 4. Tompkins-Dampftrockner.
a Leitschaufeln *b* Rille und Rohr zum Abführen der Feuchtigkeit.

Abb. 5. Tangentialreiniger zur Reinigung von Druckluft.

a Eintritt
b Leitschaufeln
c erste Kammer
d Ableitung aus der ersten Kammer
e Durchtritt zur Zwischenkammer
f Leitschaufeln der zweiten Kammer
g Ableitung aus der zweiten Kammer.

kungsbereich der normalen Geräte liegt zwischen 25 und 40 m/s tangentialer Dampfgeschwindigkeit beim Durchströmen der Leitschaufeln. Die Schaufeln werden im allgemeinen so gewählt, daß etwa 30 m/s Dampfgeschwindigkeit dem normalen Dampfverbrauch entspricht; hierbei werden nach angestellten Versuchen etwa 90 vH der insgesamt im Dampf enthaltenen Feuchtigkeit ausgeschieden; steigt der Dampfverbrauch um 30 vH und die Dampfgeschwindigkeit auf 40 m/s, so steigt die Leistung des Trockners auf 95 vH des im Dampf enthaltenen Wassers. Der Druckverlust ist nicht sehr bedeutend; er beträgt beim Durchgang durch den Reiniger bei 30 m/s Dampfgeschwindigkeit 0,06 und bei 40 m/s 0.085 at.

Bei Dampfanlagen mit Überhitzern, wo der Dampf im Überhitzer getrocknet wird, ist durch Verwendung des Tangentialdampftrockners eine Steigerung der Überhitzungstemperatur für jedes Hundertteil verminderter Dampffeuchtigkeit um 4 bis 5 °C ohne Mehrverbrauch von Brennstoff festgestellt worden. Die Reinigung des Dampfes von Schmutz aller Art führt nachgewiesenermaßen zur Schonung der Kolbenringe und der Kolbenstopfbuchsen.

Abb. 6 und 7. Straßenbahnschienen-Schleifmaschine Bauart Terhaerst.

Zur Reinigung von Druckluft werden Tangentialreiniger ähnlicher Bauart, jedoch mit zwei feststehenden Leitschaufelkränzen und zwei Abscheidekammern hintereinander ausgeführt, so daß die Reinigung in zwei Stufen erfolgt; in der zweiten Stufe werden auch die kleinsten Wasser- und Schmutzteilchen abgeschieden. Die beiden Ausstoßstutzen werden an eine gemeinsame Leitung angeschlossen und mit einem Sammelbehälter verbunden, Abb. 5.

Die Tangentialdampftrockner führen sich besonders in der Schifffahrt gut ein; eine Anzahl größerer Dampfer, darunter der „Columbus" des Norddeutschen Lloyd, ist mit ihnen ausgerüstet worden.

[M 602] C.

Straßenbahnwesen.

Straßenbahnschienen-Schleifmaschine Bauart Terhaerst.

Seit einigen Jahren sind in Deutschland an Stelle des bisher üblichen Schleifschuhes ähnlich wie in den Vereinigten Staaten von Amerika[1]) Schleifmaschinen zum Schleifen der Straßenbahnschienen in Gebrauch. Eine von der Maschinenfabrik Wilhelm Terhaerst, Lauf b. Nürnberg, erbaute Schmirgelschleifmaschine, die in größeren Straßenbahnbetrieben, wie Nürnberg, Frankfurt a. M., Essen u. a., benutzt wird, zeigen Abb. 6 und 7.

Die Maschine zeichnet sich besonders durch eine sorgfältige Fü… der Schleifscheibe aus. Der Schleifschlitten läuft auf zwei Schiene… an zwei Spindeln hängen. Diese können sowohl einzeln als … gemeinsam bewegt werden. Man kann dadurch die Schleifschei… jeder gewünschten Lage zur Schiene bewegen. Eine seitlich … gebrachte Führung ermöglicht, sowohl geradlinig als auch Kurven z… läufig zu schleifen. Die Rille wird mit einer schwächeren Schn… scheibe ausgeschliffen.

Zur Bedienung der Maschine genügt ein Mann; beide Sch… können geschliffen werden, ohne daß man den Standort der Ma… zu wechseln braucht. Sie wird hauptsächlich benutzt zum Schl… der Schienen in Herzstücken und Kreuzungen nach erfolgter Aufsc… ßung und Vorbearbeitung am Schienenkopf und in der Rille, auße… zur Beseitigung besonders hervortretender Erhöhungen an Schie… stößen, Zungenwurzeln usw. [M …]

Fernmeldetechnik.

Die Aufnahme und Wiedergabe von Tönen … optischem und elektrischem Wege.

Das schon seit Jahren angewandte Verfahren der mechani… Aufzeichnung von Tönen und ihre Wiedergabe durch Grammophon … Phonographen ist, von der großen Vollendung, die diese Geräte … tatsächlich erlangt haben, abgesehen, immer noch zu grob, als d… den letzten Feinheiten der Sprache und besonders der Musik ge… werden könnte. Es sei hier an das Wesen des Verfahrens erinnert… darin besteht, daß eine mit einer Nadel verbundene elastische Mem… durch Töne in Schwingungen versetzt wird und diese Schwingunge… einer umlaufenden Wachsscheibe oder -walze in Form von Furchen … zeichnet. Bei der Wiedergabe der Töne werden die Furchen von … Nadel, die mit einer Schalldose in Verbindung steht, abgetastet.

Die Mängel dieses Verfahrens bestehen im Auftreten von V… rungen und Intonationen der Tonbilder, die durch ungenügende … zeichnung der mitschwingenden Obertöne und durch Abweichungen … den absoluten Tonhöhen hervorgerufen und noch erhöht werden, … die aufgezeichneten Töne, z. B. im Rundfunk, durch Kathodenröhren … stärkt werden. Dadurch werden die sonst nicht wahrnehmbaren … zerrungen erst hörbar gemacht.

Beim tönenden oder sprechenden Film, bei dem eine der… Wiedergabe mit Verstärkerrohren ebenfalls in Betracht kommt, i… also notwendig, empfindlichere Verfahren der Tonaufzeichnung z… nutzen. Der Empfindlichkeitsgrad muß groß genug sein, um Tonsc… gungen von der Ebenhörbarkeit noch deutlich aufzuzeichnen, ande… muß die Aufzeichnung trägheitlos geschehen, d. h., es dürfen bei … hohen Tonintensität, wie bei einem starken Orchester, die Töne … verzerrt oder verwischt werden.

Für die Aufzeichnung von Tönen benutzt man neuerdings das … oder die als Ionisation bezeichnete Erscheinung in der Elektrizität. … optische Verfahren wird in Amerika mit großem Erfolg angewend…

In Abb. 8, die ein Bild des in Amerika angewandten und b… bekannten Verfahrens geben soll[1]), bezeichnet *a* den Schalltrichter … die Membrane, die den Rhythmus der auftreffenden Tonschwingu… durch eine Deichsel *c* auf einen in einer Pfanne *f* drehbaren Spie… überträgt. Die Deichsel *c* ist mit einer scharfen Stahlschneide *e* … bunden, die in der aus Edelstein bestehenden Pfanne *f* ruht und … einen Magneten *g* dauernd in dem Drehpunkt *f* gehalten wird. S… man nun von der Lichtquelle *i* ein Lichtbüschel durch die Brennli… auf den Spiegel *d*, so wird das Licht durch den Schlitz einer Kame… hindurch auf den gleichmäßig fortbewegten Film *l* geworfen. Durc… im Rhythmus der Tonschwingungen hervorgerufene Drehung des … gels *d* entstehen dunkle Linienzüge von verschiedenen Ausschläge… dem Film. Die Einrichtung ist so empfindlich, daß schon eine … wegung der Schallplatte von 10^{-7} mm genügt, um eine deutliche, … Verzerrungen freie Tonwiedergabe hervorzurufen. Doch macht die … fertigung des Spiegels und der Membrane, die mit der Deichsel … sammen etwa 9 mg wiegen, bei uns derartige Schwierigkeiten, daß … in Deutschland von diesem Verfahren abgesehen hat.

Dagegen ist den deutschen Forschern Vogt, Masolle … Engl in dem sogenannten Triergon eine sehr geschickte Lö… geglückt, die auf die Verwendung eines derartigen Mikromechani… verzichtet. Ein äußerst scharfsinniges Verfahren von Aigner in V… der die Drehung der Polarisationsebene verwendet, soll hier nu… wähnt werden.

Die wesentlichen Vorgänge bei der Aufzeichnung von Tönen … dem Verfahren von Vogt, Masolle und Engel sind folgende: D…

[1] Vergl. VDI-Nachrichten Nr. 15 vom 9. April 1924.

[1]) s. Z. Bd. 67 (1923) S. 993.

Abb. 8. In Amerika angewandtes Verfahren zur Aufzeichnung von Tönen.

Abb. 9. Verfahren von Vogt, Masolle und Engl.

Abb. 10. Schema der Projektionseinrichtung für sprechenden Film.

Sprechtrichter a, Abb. 9, gesammelten Schallwellen treffen auf eine m Sprechtrichter befindliche Kathode k, die durch die Stromquelle eizt wird; der Schalltrichter ist dabei als Anode wirksam. Zwischen beiden Elektroden liegt eine Elementspannung e_2, durch die eine ndige Entladung und Ionisation hervorgerufen wird. Die atmo- sche Luft wirkt dabei als leitendes Gas.

wischen den beiden Elektroden wandern nun die sich abspaltenden wie es im Prinzip bei der Faradayschen Elektrolyse der Fall ist. nen selbst sind positive oder negative Teile von Molekülen und auf ihrem Wege eine bestimmte Elektrizitätsmenge mit. Die ganze egung befindliche Kolonne der Ionen ist daher nichts andres als iterkreis, der zudem die hier so wertvolle und ganz wesentliche chaft hat, daß er durch die auftreffenden Tonschwingungen ent- end verändert wird, und sich auf jedes noch so geringe Ansprechen lt. Die im Rhythmus der auftreffenden Tonschwingungen ver- en Ströme werden über einen Widerstand w hinweg mittels einer rmatorlos verkoppelten Verstärkerröhre v verstärkt. Infolge- werden die Änderungen der Tonschwingungen und mithin das Ton- urch einen von einem Magneten m beeinflußten Stift s von einem er Walze R vorübergleitenden Phonogrammträger (einem Film- aufgezeichnet. Das Element e_3 dient zum Heizen der Verstärker-

ie Anordnung zur Wiedergabe von Bildtonfilmen besteht im wesent- aus vier Teilen, Abb. 10:

1. er Projektionseinrichtung für das kinematographische Bild a,
2. er Projektionseinrichtung für das Photogramm b,
3. er Photozelle c,
4. er Verstärkereinrichtung d.

ie Wiedergabe der Töne erfolgt in Verbindung mit einer Ver- anordnung d mit Hilfe einer sogenannten Photozelle c, die wie elenzelle die Eigenschaft hat, um so mehr Strom durchzulassen, je sie belichtet wird, aber im Gegensatz zu der Selenzelle frei von len Trägheitserscheinungen ist. Diese Eigenschaft ist, wie schon t, beim sprechenden Film Grundbedingung, um Tonverzerrungen hüten.

ie von einer Projektionseinrichtung b ausgehende Lichtintensität ußt dann die hinter dem bewegten Phonogramm f (zugleich Bild- ngeordnete Photozelle c entsprechend der auf dem Phonogramm ichen Linienzüge, die die in Übereinstimmung mit den Ton- gungen auftretenden Spannungsschwankungen auf das Gitter der kereinrichtung wirken lassen. Die verstärkten Tonschwingungen dann durch Kopffernhörer oder Lautsprecher den Zuschauern mitgeteilt. Um die Störungen zu vermeiden, die durch die Einwirkung der auftretenden elektrostatischen und elektromagnetischen Felder der Projektionseinrichtung auf den Verstärker und die Verstärkerleitung entstehen, kapselt man die Verstärkereinrichtung metallisch ein und verbindet sie leitend mit der Erde. [M 731]

Allach bei München. Fr. Schildberger.

Technik in der Landwirtschaft.

Kraftpflüge mit Gaserzeugern.

In seinem Aufsatz über die Kraftpflüge bei der letzten Pariser Landmaschinenausstellung erwähnt Herr Professor Vormfelde, daß die Firma Stock, Motorpflug A.-G., damit beschäftigt sei, einen 60 PS-Ipagnom-Gaserzeuger in ihren Motorpflug einzubauen. Hierzu ist ergänzend zu bemerken, daß die Firma Stock, Motorpflug A.-G., bereits im Jahre 1920 auf Anregung von Herrn Direktor Banki in Budapest Versuche mit Sauggasanlagen eigener Bauart bei einem Motorpfluge durchgeführt hatte, die dazu führten, daß eine größere Zahl in Ungarn laufender Stockpflüge mit Sauggasanlagen versehen wurde.

Trotzdem bereits damals technisch günstigere Ergebnisse erzielt wurden, als sie bei dem französischen Wettbewerb in Essonnes in Erscheinung traten, mußte der weitere Ausbau von Motorpflügen für Sauggasbetrieb aufgegeben werden, als mit dem Sinken der ungewöhnlich hohen Benzinpreise sich die größere Wirtschaftlichkeit zugunsten des Benzinbetriebes der Pflüge verschob.

Spätere Versuche, im Jahre 1923 mit einer 30 PS-„Autonug"-Anlage bei einem kleinen Stockpflug, und im Jahre 1924 mit dem von Herrn Professor Vormfelde erwähnten 60 PS-Ipagnom zeitigten weitere bedeutende Fortschritte. Insbesondre gelang es, durch ganz wesentliche Erhöhung der Verdichtung den Kraftabfall bei Sauggas- gegenüber Benzolbetrieb stark zu vermindern. Trotzdem zeigte es sich, daß auch diese Verbesserungen nicht genügten, um den Betrieb mit Kohlen gegenüber dem mit flüssigen Brennstoffen für europäische Verhältnisse wettbewerbfähig zu gestalten, insbesondre deswegen, weil heute beim Pflugbetrieb bereits allgemein Benzol und Benzin durch wesentlich billigere Brennstoffe, wie Petroleum, Solaröle und eine Anzahl von noch billigeren Treibölen ersetzt worden sind.

Anders liegt das Problem in den Kolonien, wo nicht der Preis, sondern die Schwierigkeit der Beschaffung von flüssigen Brennstoffen die Hauptrolle spielt. Hier sind aussichtsreiche Versuche im Gange, den Betrieb mit Holzkohle bei Motorpflügen einzuführen. [N 808]

Berlin. Hiehle.

BÜCHERSCHAU.

und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. 7, Abteilung Sortiment, bezogen werden.

eltreich der Technik. Von Artur Fürst. 1. Bd. m. 322 S., 23 Taf. Abb. 2. Bd. m. 510 S. 28 Taf. u. 821 Abb. Berlin 1923, Ullstein. zusammen Gm. 60.

e Technik durchdringt in immer stärkerem Maße alle Lebensbe- en des Menschen. Sie ist schon längst nicht mehr nur eine Sache chmannes; sie ist darüber hinausgewachsen, wie man täglich be- n kann. England und Amerika sind uns vorangegangen. Man Amerika auch in der guten Gesellschaft schon über neueste tech- Errungenschaften sprechen und braucht sich nicht nur über Theater und Musik zu unterhalten.

e technische Literatur hat in Deutschland mit dieser Ausdehnung gemeininteresses nicht Schritt gehalten. Wir besitzen eine hoch- wissenschaftliche technische Literatur, unsre technischen Zeit- n können sich sehen lassen; wenn es aber darauf ankommt, wirk- te technische Bücher für allgemein gebildete Leser empfehlen zu so kommt man oft in große Verlegenheit. In Deutschland hat man ehr großen Respekt vor der wissenschaftlichen Gründlichkeit, mit oft gelingt, wie ein älterer Schriftsteller rühmend einmal hervor- n hat, durch eine dunkle Schreibweise die Unwissenden von den der Erkenntnis fernzuhalten. Selbst einer unsrer größten Lehrer hnik, Weisbach, hat noch die ganze Verachtung des zunftmäßigen entums über sich ergehen lassen müssen, weil er es gewagt hat, Bücher so zu schreiben, daß die damaligen Ingenieure sie auch en konnten. Volkstümlich schreiben, heißt in Deutschland nur oberflächlich sein. Man vergißt hierbei ganz, daß es eine sehr le Fähigkeit ist, so schreiben zu können, daß es dem Nichtfach- n möglich ist, Wesen und Eigenart eines technischen Arbeits- zu erfassen.

e Menschen, die das heute in Deutschland fertig bekommen, sind esät. Mit in erster Linie ist hier der Verfasser des vorliegenden Werkes zu nennen, der es meisterhaft versteht, das für den vorliegenden Zweck Wesentliche zu erfassen und es verständlich ellen. Ein Rezept, wie dies zu machen ist, kann man keinem doch man kann, wenn man diese beiden vorliegenden Bücher eht, zwei Punkte herausgreifen, die besonders wichtig erscheinen. ürst geht nicht mit wenigen schönen Worten über Schwierigkeiten sondern er bemüht sich, durch die Zeichnung, das Bild und durch xt dem Leser das Verständnis nach Möglichkeit zu erleichtern. hreibweise ist technisch klar und ungesucht, ohne eine oft als chaftlich angesehene Nüchternheit hervorzukehren. In packender wird einem hier und da, auch neben allen den technischen Einzel- die gebracht werden, die Größe des Grundgedankens klar hingestellt, ohne daß die Schreibweise in die heute oft zu findende „Geistreichelei" fällt.

Der Inhalt beider Bände ist zu umfangreich, als daß man versuchen könnte, auf ihn näher einzugehen. Der erste Band handelt von der Telegraphie und Telephonie. Fürst nennt es den „Verkehr im Draht und im Äther". In fesselnder Weise ist hier, ohne langatmig zu werden, die geschichtliche Entwicklung berücksichtigt. Man sieht, wie etwas geworden ist, und braucht sich nicht damit zu begnügen, nur die Tatsache des jetzigen Standes zur Kenntnis zu nehmen. Der zweite Band ist dem Verkehr auf dem Lande gewidmet. Mit der Straße beginnt es hier; Kapitel über Wagen, Fahrrad und Kraftfahrzeuge folgen. Naturgemäß wird die Ferneisenbahn besonders ausführlich behandelt. Es folgt ein großes Kapitel über die Stadtschnellbahn und über die Straßenbahn. Beide Bände sind mit zusammen 1386 Abbildungen und 51 Tafeln ausgestattet. Die Auswahl der Abbildungen ist ausgezeichnet; das gleiche kann man von Druck und Herstellung sagen.

Ich glaube, daß diese beiden Bände viel zum Verständnis wichtigster Gebiete der Technik beitragen werden. Sie werden nicht nur dem jungen Menschen und dem Nichtfachmann viel bieten, sondern, da es keinen Fachmann gibt, der das Arbeitsgebiet dieser beiden Bände beherrschen kann, so werden auch Fachmänner auf ihrem Nachbargebiet vieles finden, das sie interessieren kann. Ja selbst der Fachmann wird oft mit Genuß diese vom allgemeinen Gesichtspunkt zusammenfassend klare Darstellung gern lesen. Allen Freunden der Technik kann deshalb das Werk nur empfohlen werden. [E 820] C. Matschoß.

Zeichnerische Bestimmung der Spiegelbewegungen in Wasserschlössern von Wasserkraftanlagen mit unter Druck durchflossenem Zulaufgerinne. Von Dr. techn. L. Mühlhofer. Berlin 1924, Julius Springer. 75 S. mit 11 Abb. Preis Gm. 3,90.

Das Büchlein bringt mehr, als der Titel verspricht, nämlich nach der Herleitung der Ausgangsgleichungen einen guten Überblick über die vorhandenen Rechenverfahren, die wichtigsten Ergebnisse und Näherungsformeln, sowie eine Erörterung der Stabilitätsbedingung. Das im Anschluß daran dargelegte zeichnerische Verfahren beruht auf einem allgemeinen, von R. Mehmke angegebenen Verfahren zum stufenweise durchgeführten Integrieren simultaner totaler Differentialgleichungen und ist der vorliegenden Aufgabe gut angepaßt; der Verfasser bringt auch Anweisungen über die zweckmäßige Wahl der Maßstäbe, die Anordnung der verschiedenen Rechenbilder auf dem Zeichenblatt und andre Einzelheiten, die die praktische Ausführung erleichtern. Es ist zu begrüßen, daß auch die Abschätzung des Genauigkeitsgrades dargelegt

wird. Die Behandlung einiger Beispiele mit graphischer Darstellung der Ergebnisse bildet den Schluß.

Das Buch ist sehr klar und übersichtlich geschrieben und kann sowohl dem auf diesem Gebiete bewanderten Fachmann als auch dem Anfänger empfohlen werden.

Ob man die Stufenintegration der Ausgangsgleichungen besser auf rechnerischem oder zeichnerischem Wege durchführt, kann wohl nicht so allgemein entschieden werden, wie der Verfasser meint; ich selbst ziehe den rechnerischen Weg vor; persönliche Neigung und vor allem Übung und Gewohnheit werden hier immer sehr mitsprechen. Vielen aber wird das vom Verfasser ausgearbeitete zeichnerische Verfahren willkommen sein.

Der Verfasser meint, die der Wassergeschwindigkeit im Stollen entsprechende Geschwindigkeitshöhe sei den hydraulischen Widerständen zuzurechnen. Obwohl dieser Betrag vom Verfasser selbst später vernachlässigt wird, weil er häufig (nicht immer!) gegen den durch die Reibung verursachten Druckhöhenverlust zurücktritt, sei hier grundsätzlich erwähnt, daß bei scharfkantiger Ausmündung des Stollens ins Wasserschloß, die man auch bei neueren Anlagen antrifft, allerdings die Geschwindigkeitshöhe verloren ist, ebenso wie bei trompetenförmig schnell erweiterter Ausmündung, bei der sich der Wasserstrahl von der Wand ablöst. Das sind aber fehlerhafte Ausführungen; durch allmähliche kegelige Erweiterung der Stollenmündung nach Art eines Turbinen-Saugrohrs kann man ungefähr 85 vH der Geschwindigkeitshöhe in Druck umsetzen und dadurch bei den üblichen Wassergeschwindigkeiten mit verhältnismäßig sehr geringem Baukostenaufwand einige Dezimeter Nutzgefälle gewinnen. Der verbleibende Verlust von 15 vH der Geschwindigkeitshöhe ist im Vergleich zu den Reibungswiderständen gering, so daß die vom Verfasser vorgenommene Vernachlässigung immer zulässig sein wird.

Beim Entwurf eines Kraftwerkes dient die Bestimmung der Spiegelbewegungen für ein gegebenes Wasserschloß letzten Endes dazu, um umgekehrt für eine gegebene oder als zulässig erachtete Spiegelbewegung die erforderliche W a s s e r s c h l o ß g r ö ß e zu ermitteln. Nur wird leicht übersehen, daß nicht ohne weiteres klar ist, welche Belastungsänderungen des Kraftwerkes dabei anzunehmen sind. Plötzliches vollständiges Entlasten oder Belasten des Kraftwerkes ist nämlich durchaus nicht immer der ungünstigste Fall; denn wenn die örtlichen Verhältnisse der Anlage zu einem Wasserschloß führen, bei dem die natürliche Dämpfung der Spiegelschwingungen durch die Reibung im Stollen gering ist, und wenn überdies noch eine unruhige Belastung zu erwarten ist (z. B. Bahnbetrieb), so kann eine Reihe von mäßigen Belastungsänderungen, die in bestimmten Zeitabständen aufeinander folgen, viel größere Spiegelschwankungen als einmalige vollständige Entlastung oder Belastung zur Folge haben. Man darf sich auch nicht darauf verlassen, daß ein mehrmals in bestimmten Zeitabständen wiederholter Belastungswechsel wenig wahrscheinlich ist; bei unruhiger Art der Belastung ist das Eintreten dieses wenig wahrscheinlichen Ereignisses und damit das Entstehen einer unter Umständen schweren Störung nur eine Frage der Zeit. Wollte man dem durch Vergrößerung des Wasserschlosses begegnen, so würde man häufig Wasserschlösser von geradezu phantastischen Abmessungen ausführen müssen. Abhilfe bringt die künstliche Dämpfung, z. B. eine Drosselung der Verbindung vom Wasserschloß zum Wasserweg: Stollen-Kraftwerk. Durch zweckmäßige Auswahl und Bemessung dieser Einrichtungen erhält man nicht nur ein „schwingungsfestes" Wasserschloß, sondern vermindert auch den mit Rücksicht auf einmalige große Belastungsänderungen erforderlichen Wasserschloßinhalt.

Das durchaus empfehlenswerte Buch will zwar keine Anweisung zum Entwurf von Wasserschlössern sein; es hätte aber gewonnen, wenn der Verfasser mit einigen Worten auf diesen Aufgabenkreis hingewiesen und damit die Einführung technisch und wirtschaftlich vorteilhafter Wasserschloßformen gefördert hätte, zumal da sein Verfahren sich unschwer so erweitern läßt, daß es auch diese verwickelteren Fälle beherrscht.

[E 792] D. T h o m a.

Lehrbuch der Elektrotechnik. Herausgegeben von E s s e l b o r n. Bearbeitet von K. F i s c h e r, K. H o h a g e, G. W. M e y e r. 1. und 2. Bd. 2. bis 7. Aufl. Leipzig 1922 und 1924, Wilhelm Engelmann. 1. Bd. 754 S. mit 924 Abb. Preis Gm. 16, geb. Gm. 19,50. 2. Bd. 825 S. m. 1900 Abb. Preis Gm. 21, geb. Gm. 24,50.

Das vorliegende Buch stellt ein Sammelwerk dar und umfaßt in zwei starken Bänden das gesamte Gebiet der Elektrotechnik. Seine einzelnen Abschnitte sind von verschiedenen, meistens der Praxis nahestehenden Ingenieuren, verfaßt, wobei ein besonders großer Anteil auf G. W. Meyer, Beratenden Ingenieur in Bodenbach a. d. Elbe, entfällt.

Der erste Band enthält in dem Abschnitt „Allgemeine Elektrotechnik" die theoretischen Grundlagen, wie die magnetischen und elektrischen Grundbegriffe und ihre mathematische Darstellung, sowie die Beziehungen zwischen Magnetismus und elektrischem Strom, während das wichtige Gebiet der Meßkunde eingehend im zweiten Kapitel behandelt wird. Aufbau und Ausführung der elektrischen Maschinen und der in Verbindung mit ihnen benutzten Apparate für Gleichstrom und Wechselstrom sowie das Verhalten der Motoren, die Frage der Verbesserung des cos φ bei Drehstrommotoren, Umformer und Gleichrichter und andre hierhergehörende Einzelfragen werden in dem Schlußkapitel des ersten Bandes behandelt.

Der zweite, umfangreichere Teil des Werkes umfaßt die Erzeugung der elektrischen Energie und deren Anwendung in Starkstrom- und Schwachstromanlagen. Das die Einrichtung der elektrischen Kraftwerke behandelnde Kapitel bringt wirtschaftliche Gesichtspunkte, die beim wurf und im Betriebe zu beachten sind. Einzelheiten der Antriebm nen der Stromerzeuger sowie alles, was für den elektrischen Teil Kraftwerkes von Wichtigkeit ist, wie die Stromerzeuger selbst, die S anlage und im Anschluß daran auch die Berechnung und Ausführun Leitungsnetze. Dem großen Gebiete der elektromotorischen An wird dann ein umfangreiches Kapitel gewidmet. Nach einem kurze gehen auf die Betriebseigenschaften der Motoren und die üblichen des Antriebes der Arbeitsmaschinen beschäftigt sich der Verfasse nächst mit den elektromotorischen Antrieben in Bergwerks- und H anlagen, dann mit den Antrieben von Werkzeugmaschinen, Druckerei Papiermaschinen; den zweiten Teil dieses Kapitels bilden die An in der Textilindustrie, in der Landwirtschaft und auf Schiffen sow elektrisch betriebenen Hebezeuge und die elektrischen Bahnen. B diesen Anwendungsgebieten des elektromotorischen Antriebes werde in den betreffenden Industrien verwandten wichtigsten Arbeitsmasch soweit sie für den elektromotorischen Antrieb bemerkenswert sind handelt und die hauptsächlichsten Einzelheiten des letzteren darge

Nach einem kurzen Kapitel über die Stromwärmetechnik folgt eingehende Darstellung der elektrischen Beleuchtung. Den Schlu zweiten Bandes bildet in einer über 300 Seiten umfassenden Darst das gesamte Gebiet der Anwendung der elektrischen Schwachst Das erste Kapitel dieses Teiles des Werkes behandelt das elekt Signalwesen, das in der Industrie und im Privatleben eine so groß deutung gewonnen hat. Ein umfassendes Kapitel wird dann der graphie und dem Fernsprechwesen gewidmet, während den Schlu zweiten Bandes die drahtlose Telegraphie und deren Anwendungen b

Das ganze Werk stellt zweifellos eine wertvolle Bereicherun elektrotechnischen Literatur dar. Es ist leicht faßlich geschrieben daher nicht nur für den Studierenden Technischer Lehranstalten Hochschulen, sondern auch für Techniker und Ingenieure, deren H arbeitsgebiet außerhalb der Elektrotechnik liegt, die sich aber doc letzterer vertraut machen müssen, wertvoll.

In einigen Einzelheiten der Erzeugung und der Anwendung der trischen Energie könnten allerdings Neuausführungen noch mehr be sichtigt werden, so z. B. wird bei der Behandlung von Dampfk anlagen die gegenwärtig sehr wichtige Kohlenstaubfeuerung ganz gangen, während ein kurzer Hinweis auf ihre wichtigsten Vorteile gehabt hätten. Die an dieser Stelle gebrachte mechanische R schickung, System Leach, ist gänzlich veraltet und wohl kaum n Benutzung. Auch ein Hinweis auf die sogenannten Höchstdrück 40 at und mehr wäre hier am Platze gewesen. Bei der Anwendun elektrischen Kraftübertragung im Bergbau fehlen Schüttelrutschen Schrämmaschinen, zwei neuerdings sehr wichtige Maschinenarten. die elektrischen Grubenlokomotiven und Abraumbahnen, welch le auf Braunkohlenwerken eine große Rolle spielen, hätten kurz beh werden sollen.

Derartige Lücken werden in einem Sammelwerke wie dem vorl den aber kaum zu vermeiden sein, und zwar schon deshalb nicht manche der Verfasser, die an dem Werke mitgearbeitet haben, Arbeit weit eher, als das Werk mit Rücksicht auf einen Nachzügl geschlossen werden kann, fertiggestellt haben werden und Neuer die die rasch und stetig fortschreitende Technik bringt, nicht me rücksichtigen konnten. Solche Lücken müssen bei einem dera Sammelwerk daher hingenommen werden, können aber seinen We wenig beeinträchtigen. [E 667] P h i l i p

Die Ventilatoren. Berechnung, Entwurf und Anwendung. Von E. W m a n n. Berlin 1924, Julius Springer. 196 S. m. 135 Abb. Gm. 10,50.

Elektrizität in industriellen Betrieben. Herausgegeben von W. l i p p i. Bd. 1: **Elektrizität im Bergbau.** Von W. P h i l i p p i. L 1924. S. Hirzel. 301 S. m. 185 Abb. Preis Gm. 16. Bd. 2: **Elekt Papiermaschinenantriebe.** Von Wilhelm S t i e l. Leipzig 1924, S. H 286 S. m. 202 Abb. Preis Gm. 16.

Fortschritte im Wagenbau. Von E. D i n s e. Berlin 1924, VDI-V 46 S. Preis Gm. 3.

Ausgewählte Arbeiten des Lehrstuhles für Betriebswissenschaft Dresden, herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. E. Sachsenberg. 1. S a c h s e n b e r g: **Neuere Versuche auf arbeitstechnischem G** F e h s e: **Grenzen der Wirtschaftlichkeit bei der Vorkalkulatio Maschinenbau.** S c h m i d t: **Organisation und Grenzen der A zerlegung im fließenden Zusammenbau.** Berlin 1924, Julius Spr 179 S. m. Abb. Preis Gm. 7,50.

Lehrbuch der Nomographie auf abbildungsgeometrischer Grundlage. H. S c h w e r d t. Berlin 1924, Julius Springer. 267 S. m. 137 Preis Gm. 12,90.

Uhlands Ingenieur-Kalender 1925. Bd. 51. Bearb. von F. W i l k e. Taschenbuch. 212 S. T. 2: Für den Konstruktionstisch. 443 S. zig 1925, Alfred Kröner. Preis Gm. 3,50.

Reichsbahn und kaufmännische Buchführung. Von Guido F i s c Berlin 1924, Spaeth & Linde. 58 S. Preis Gm. 1.

Handbuch des Geld-, Bank- und Börsenwesens. Bd. II: **Die B und ihre Geschäfte.** Von Oskar S t i l l i c h. 4. Aufl. Leipzig G. A. Gloeckner. 200 S.

Grundriß zu meinen Vorlesungen über die gesamte Wirtschafts- Finanzwirtschaft. K. E. N i c k e l. 3. vermehrte und verb. Greifswald 1924, Selbstverlag. (Nur mit Fragesystem, großer schafts- sowie Finanztabelle zusammen.) 127 S. Preis Gm. 14.

Schluß des Textteiles.

Für die Schriftleitung verantwortlich: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7, Sommerstr. 4a. — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuth

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

Nr. 47 | SONNABEND, 22. NOVEMBER 1924 | BD. 68

I N H A L T:

Wasserkräfte an Wasserstraßen[1].

Von Ministerialdirektor Dr. phil. Dr.-Ing. Gleichmann, Berlin.

...usgleich zwischen den Anforderungen des Kraft- und des Schiffahrtbetriebes; Wehre, Einbau der Kraftwerke, Stauhöhe, Fließgeschwindigkeit. ...inschränkung der Baukosten und Erhöhung der Ausbeute; Kaplanturbinen der Werke Viereth und Kachlet. senkrechte Welle, Zahnradübertragung, Betriebsplan für veränderliche Wassermengen. Wirtschaftliche Betrachtungen.

Allgemeine Leitsätze für Bau und Betrieb.

Kanalisierung von Flüssen. Schiffahrt. Wasserkräfte und Wasserstraßen treten in enge Beziehungen zueinander, wenn, wie es bei den Flüssen des ...andes und Mittelgebirges die Regel geworden ist, der ...spiegel durch Einbau von Wehren angestaut werden ...damit auch bei Niedrigwasser eine ausreichende Breite ...efe der Fahrrinne für die Schiffahrt dauernd erhalten ... Der Fluß wird dadurch wie ein künstlicher Kanal in ...e Haltungen zerlegt, d. h. kanalisiert. Im kanalisierten ... werden für die Schiffahrt bessere Bedingungen ge...n. Die Fahrgeschwindigkeit wird zwar flußabwärts ...ert, weil die Fließgeschwindigkeit infolge des Staues ...esetzt ist, es wird daher flußabwärts mehr Zugkraft ge...t als im freien Fluß; dagegen wird flußaufwärts im ...n Fahrwasser an Zugkraft und Fahrzeit gespart. Den ...unterschied der Haltungen überwindet die Schiffahrt durch ...sen oder, in besondern Fällen, durch Hebewerke.

...raftausnutzung. Da in den Flüssen meist be...che Wassermengen zu Tal fließen, wovon die Schiff...hleusen nur einen verschwindenden Teil beanspruchen, ...ler an jedem Wehr gebildete Stau Gelegenheit zur Kraft...zung. An älteren Anlagen betrug der Stau selbst bei ...wasser meist nicht über 2 bis 3 m. Er war von der Bau...r Wehre abhängig. Wenn es auch mit Rücksicht auf die ...turbine möglich ist, noch wesentlich kleinere Gefälle, ...und darunter, auszunutzen, so verbieten die hohen Be...osten, viele kleine Kraftwerke zu errichten.

...influß der beweglichen Wehre auf die ...tgewinnung. Die an älteren Kanalisierungsstrecken ...n Nadelwehre, die der geringen Beschaffungskosten ...e gewählt wurden, eignen sich für Wasserkraftausnutzung ...t Da die Nadeln von Hand eingesetzt werden müssen, wird ...inge und infolgedessen die Stauhöhe durch das Gewicht ...zt. Auch lassen sie viel Wasser ungenützt abfließen, ...r die Schiffahrt nichts bedeutet, die Kraftgewinnung aber ...ächtigt. Nadelwehre müssen schon bei drohendem Eis...nd Hochwasser niedergelegt sein und können erst wieder ...chtet werden, wenn die Frostgefahr vorüber ist. Wird ...Vorsicht nicht geübt, so können die Nadeln zusammen... und die Aufgabe des Wehres gerade dann in Frage ... wenn es am zuverlässigsten arbeiten soll. Der Stau ...lso auf lange Zeit aufgehoben. Das ist zwar für die ...hrt belanglos, da sie im Winter ruht, für die Wasser...snutzung aber unzulässig.

...ie Bauform der Wehre muß also große Stauhöhen zu... und das Wasser nach Menge und Zeit vollständig erfassen. Diese Voraussetzungen können nur die mit Kraftantrieb schnell verstellbaren und dicht schließenden Walzen- oder Schützenwehre erfüllen, die so eingerichtet sein müssen, daß sie unter die normale Lage abgesenkt werden können, um die Eisabfuhr zu beschleunigen. Sie sind zwar teurer in der Beschaffung als Nadelwehre, jedoch billiger im Betrieb, so daß sie nach dem heutigen Stande der Technik bei wichtigen Schiffahrtstraßen allein in Betracht kommen, auch wenn keine Kraft ausgenützt wird.

Stauhöhe. Wie hoch mit dem Stau im Einzelfall gegangen werden kann, ist nicht mehr nach technischen Erwägungen, sondern allein mit Rücksicht auf die Landeskultur zu entscheiden, damit Änderungen des Grundwasserstandes und Stauschäden in angemessenen Grenzen bleiben. Eine geringe Anzahl von Haltungen ist auch der Schiffahrt nützlich, weil der Zeitaufwand für das Durchschleusen gekürzt wird. Anderseits ist eine große Stauhöhe auch der Wasserkraft insofern dienlich, als bei hohen Wasserständen vermindertes Gefälle durch größere Wassermengen ausgeglichen wird, die Kraft also nahezu gleich bleibt und der Betrieb auch bei Hochwasser aufrecht erhalten werden kann.

Bei neueren planmäßig kanalisierten Strecken sind Gefälle bis 6 m häufig; in einigen besonders günstigen Fällen konnte diese Zahl noch überschritten werden. So beträgt das Gefäll im Neckar bei den Ausbauwassermengen von 94 und 100 m^3/s 8 m in Neckarsulm und 8,5 m in Wieblingen. Im Donaukachlet beläuft sich für die Ausbauwassermenge von 700 m^3/s das Gefäll auf 7,65 m, bei Niedrigwasser steigt es auf 9,2 m.

Während die Höchstleistungen von Kraftwerken in den älteren Anlagen 2000 bis 3000 PS betragen, steigen sie in den neueren auf 6000 bis 10 000 PS; in den großen Strömen auf das Vielfache hiervon.

Lage des Kraftwerkes zu den Schiffahrtsanlagen. Für die Lage der Kraftwerke zu den Stauanlagen werden zwei Anordnungen benutzt. Bei den vier Mainkraftwerken Mainaschaff, Krotzenburg, Kesselstadt und Mainkur ist zwischen Schiffsdurchlaß und Flutöffnung nach Abb. 1 ein Turbinenpfeiler (Prüsmannscher Pfeiler) eingeschaltet, so daß ein gebrochenes Wehr entsteht. Der Bau war kostspielig, weil die Lage mitten im Fluß sorgfältige starke Gründung und Schutz gegen Hochwasser forderte und die allseits von Wasser umgebene Baugrube dauernd unter Wasserhaltung stehen mußte. Auch das Einbringen der Maschinen auf dem Wasserweg ist bei der inselartigen Lage schwierig. Bei mehreren dieser Werke treiben je zwei Turbinen mit Kegelrädern einen Stromerzeuger an. Im Betrieb hat sich gezeigt, daß beim Einlauf senkrecht zur Flußrichtung das untere Turbinenpaar 26 vH mehr Wasser schluckt als das obere; das untere leistet 600 kW, während das

[1] Beitrag zur Weltkraft-Konferenz in London 1924.

Abb. 1. Stauanlagen mit Kraftausnutzung am Main bei Mainaschaff, Krotzenburg, Kesselstadt, Mainkur. Kraftwerk als Turbinenpfeiler im Fluß.

a Linke Flutöffnung *b* Schiffsdurchlaß } Walzenwehre
c Rechte Flutöffnung *d* Kraftwerk-Turbinenpfeiler }
e Schleuse *f* Floßrinne.

obere nur 475 kW abgibt. Die Lage der Turbineneinläufe senkrecht zur Strömung ist also nicht günstig.

Da der Turbinenpfeiler kein Ufergelände beansprucht, kann er innerhalb von Städten und bei sehr hoch liegenden

Abb. 2. Stauanlagen mit Kraftausnutzung am Main. Kraftwerk in der Wehrachse.

a Walzenwehr *b* Krafthaus *c* Schleuse *d* Schleusenoberkanal *e* Schleusenunterkanal *f* Eisabweiser *g* Rechen *h* Strompfeiler mit Schalthaus.

Ufern die vorteilhaftere Lösung bieten. Der erheblichen Nachteile wegen wird er jedoch bei der weiteren Kanalisierung des Mains nicht mehr angewendet. Dort werden die Kraftwerke nach Abb. 2 ans Ufer in die Wehrachse gerückt. Die Schleusen liegen auf der andern Seite des Wehres. Damit die Schleppzüge durch die Strömung der Kraftwerkkanäle nicht gefährdet werden, sind an die Schleuse beiderseits Leitwerke angeschlossen, die den Schiffszügen das Liegen im ruhigen Wasser ermöglichen. Bei der Donaustufe oberhalb Passau, Abb. 3, konnte die Doppelschleuse in einen Durchstich, in die Sehne der Flußkrümmung gelegt werden. Auch hier bieten Vorhäfen der Schiffahrt den nötigen Schutz vor dem bewegten Wasser der Kraftwerkkanäle.

Stauhöhe im Betrieb. Trotz dieser Vorkehrungen werden Schiffahrt und Kraftausnutzung nicht ruhig nebeneinander bestehen können, wenn nicht der Stau möglichst gleichmäßig gehalten wird. Bei mittleren und höheren Wasserständen beeinträchtigen sich Schiffahrt und Kraftwerkbetrieb gegenseitig wenig; bei niedrigen sind die Nachwirkungen plötzlicher Belastungsänderungen für die Schiffahrt unerträglich. Der Stau darf weder zu sehr gesenkt, noch Wasser unzulässig zurückgehalten werden, sonst laufen die Schiffe auf. Daher müssen die Kraftwerke gleichmäßig belastet laufen. Ob mäßiges Anstauen tagsüber zulässig ist, damit in den Abendstunden größere Belastungen gedeckt werden können, hängt von den besonderen Umständen ab.

Abb. 3. Stauanlage mit Kraftausnutzung im Kachlet in der Do[nau] oberhalb Passau.

a Schützenwehr *b* Krafthaus *c* Schleusen *d* Schleusenoberkan[al] *e* Schleusenunterkanal *f* Grobrechen. *g* Feinrechen

Um das Stauziel ständig beobachten und regeln zu k[önnen] hat man in den Mainkraftwerken selbstschreibende Peg[el] Ober- und Unterwasser aufgestellt und Fernbedienung d[er] [Mo]toren für die Walzenwehre vom Kraftwerk aus eingerichte[t].

Fließgeschwindigkeit in Seitenkan[älen]. Schwieriger als im kanalisierten Fluß werden die Verhält[nisse], wenn man die Kraftwerke in Seitenkanäle legt, um mög[lichst] hohe Gefälle zu gewinnen, und wenn diese Kanäl[e] Schleusen aufnehmen müssen, damit durch Abschneiden ein[er] Flußschleife der Schiffahrtweg gekürzt wird. Ohne [Kraft]ausnutzung würde die Schiffa[hrt] [im] strömungslosen Wasser fahre[n kön]nen. Ohne Schiffahrt könn[te] [der] Kraftwerkkanal mit dem gerin[gsten] Bauaufwand bei kleinstem [Quer]schnitt für Geschwindigkeite[n] [von] 1,5 m/s hergestellt werden. [Sol]che Geschwindigkeiten sind ab[er] [in] künstlichen Kanälen der Schifa[hrt] nicht zuträglich. Bergwärts w[äre] große Schleppkraft nötig. Talwä[rts] würde die Geschwindigkeit zu g[roß] werden, die Gefahr der Schiffsc[hä]den würde steigen; es müßte a[uch] möglich sein, Anker zu werfe[n]. [Da]mit aber hierbei die Dichtu[ng] [der] Kanalsohle nicht beschädigt w[ird], müßte sie mit großem Auf[wand] durch Steinschüttung geschütz[t] [wer]den. Würde die früher üblic[he] [Ge]schwindigkeit von nur 30 cm[/s] [zu]gelassen, so entstände bei dem [meh]rere Hundert von Kubikmete[rn]

Abb. 4. Schiffahrtskanal und Kraftwerkausbau im Verbindungskanal der kanalisierten Flußgebiete des Maines und der Donau.

x und *y* sind getrennte schiffbare Flüsse.
x ist in der Strecke *a*, *y* in der Strecke *c* kanalisiert
a und *c* sind durch die Kanalstrecke *b* zu verbinden.
Nach *b* wird vom Gewässer *z* mittels des Wehres *h* und durch den Zubringerkanal *d* [Be]trieb- und Kraftwasser über die Scheitelhaltung *e* geleitet.
Die Schleusen *f* und die Kraftwerke *m* fallen in *a* und *c* örtlich zusammen.
In *b* ist die Zahl der Kraftwerke *o* infolge Zusammenfassung der Schleusengefälle z[u] größeren Gefällen *g* kleiner.
Aus *m* und *o* wird der elektrische Strom durch die Leitungen *l* den Transformat[oren]werken *t* des Landesverteilnetzes zugeführt.

Abb. 5. Kaplanturbine von Fritz Neumeyer A.-G. für das Kraftwerk Viereth.

tgenden Ausbauwassermengen ein unwirtschaftlich großer (erschnitt. Da genügende Erfahrungen noch nicht vorliegen, rß eine vorsichtige Entscheidung getroffen werden. Für den tu der Schiffahrtstraße am Neckar und Main ist bei größter asserführung eine mittlere Profilgeschwindigkeit von nicht ahr als 0,5 bis 0,7 m/s festgesetzt.

Kraftwerke im Verbindungskanal zweier Flußgebiete. Die gleichen Grundsätze gelten für Kanäle, d. zwei kanalisierte Flußgebiete verbinden sollen. Hierbei sd beträchtliche Höhenunterschiede zu überwinden, wenn solche Inäle zwischen den Flußgebieten liegende Mittelgebirge über-sreiten müssen. Können der Scheitelhaltung der Kanalstrecke aßer dem Betriebswasser für die Schiffahrt dauernd beträcht-lie Wassermengen aus einem andern Niederschlaggebiet mit fiem Gefäll in einem Zubringerkanal zugeleitet und über das ie Gesamtgefälle der Kanalstrecke zugeführt werden, so sind d Voraussetzungen, Wasserkräfte auszunutzen, günstig. Muß (Betriebswasser einem solchen Kanal durch Pumpwerke zu-fördert werden, so ist bei den großen Höhenunterschieden vgen der hohen Betriebskosten der Pumpwerke die Lebensfähig-lt einer solchen Schiffahrtstraße, die allein auf den Verkehr gewiesen ist, fraglich.

Den Zusammenhang einer Schiffahrtstraßengruppe mit Kraft-rken, bei der zwei kanalisierte Flußgebiete wie die des Mains ul der Donau durch eine Kanalstrecke verbunden werden, soll b. 4 veranschaulichen. Wenn in der gebirgigen Kanalstrecke rhrere eng zusammenliegende Schleusengefälle von je 10 m z einem größeren Kraftwerkgefälle mit eigenen Kraftwerk-nälen zusammengefaßt werden können, gewinnen solche Kraft-rke bedeutend an Wert, da die Ausbaukosten geringer wer-d. Ferner muß jede Möglichkeit wahrgenommen werden, um Sicherbecken anzulegen und die Kraftwerke zur Übernahme vchselnder Belastung zu befähigen. Kraftwerke an solchen Inälen sind den Flußwasserkräften insofern überlegen, als sie ubhängig von Hochwasser und Geschiebeablagerung sind und ier Eisgang weniger zu leiden haben.

Kraftwerke in Verbindung mit Talsperren. Fie besondere mittelbar mit den Schiffahrtstraßen zusammen-hgende Gruppe bilden Kraftwerke an Talsperren in Seiten-gvässern der schiffbaren Flüsse. Die vornehmliche Aufgabe scher Talsperren ist, den schiffbaren Flüssen in Zeiten nie-dgen Wasserstandes zur Aufrechterhaltung einer entsprechen-d. Fahrwassertiefe Zuschußwasser oder künstlichen Kanälen d. Betriebswasser zu liefern. Alles der Talsperre entnommene Vasser kann durch das Kraftwerk ausgenutzt werden. Ein sches Talsperrenkraftwerk kann auch die täglichen Schwan-kgen im Bedarf elektrischen Stromes übernehmen, wenn mit da Unterwasserkanal ein Ausgleichweiher verbunden ist. Es In aber insofern nicht frei über die Vorzüge, die ein er-gbiger Wasserspeicher einem Kraftwerk verleiht, verfügen, a die Talsperre nach dem Betriebsplan für die Abgabe des Zu-sußwassers entleert werden muß, der vom Stande des aufzu-bessernden Fahrwassers abhängig ist. Während die Elektrizi-tätsversorgung eine erhöhte Wasserentnahme in den Winter-monaten und eine geringere in den Sommermonaten beansprucht, verlangt die Schiffahrt, daß der angesammelte Wasservorrat für die Sommermonate aufgespart wird. Auf diese zeitliche Ver-schiebung in der Benutzung des Wassers über das Jahr muß im Haushaltplan des Kraftwerks Rücksicht genommen werden.

Besondere Gesichtspunkte.
Einschränkung der Baukosten, Erhöhung der Ausbeute.

Bauwerke. Flußwasserkräfte gehören zur Klasse der Niederdruckwasserkräfte; sie verursachen daher hohen Bauauf-wand. Um sie wettbewerbfähig mit andern Kraftquellen zu machen, müssen alle technischen Fortschritte ausgenutzt wer-den. Gespart werden kann nur durch höchste Vervollkommnung der Bauweisen, damit Bauwerke höchster Güte und geringsten Erhaltungsaufwandes entstehen, die der zerstörenden Gewalt des strömenden Wassers gewachsen sind. Bei dem geringen Rohgefälle bedeutet jeder unnötige Gefällverlust eine empfind-liche und dauernde Einbuße an Kraftgewinn, daher sind die an der Wasserführung beteiligten Bauwerke: Oberkanal[1]), Rechen, Einlaufspiralen, Saugrohre, Unterkanal, für die geringsten Druckverluste anzuordnen.

Maschinen. Der Hauptanteil an der Aufgabe, die Kosten herabzusetzen, verbleibt den Wasserkraftmaschinen. Das Ziel ist hoher Wirkungsgrad und große Einheiten bei hoher Drehzahl, damit die elektrischen Maschinen leicht werden.

Francisturbine. Im Bau der bisher für niedrige Ge-fälle allein verwendeten Francisturbinen wurden wesentliche Fortschritte durch starke Vergrößerung des Spaltes zwischen Leitrad und Laufrad und durch Verminderung der Schaufel-fläche und der Schaufelzahl erreicht. Turbinen dieser Art laufen in den Mainkraftwerken Mainaschaff, Krotzenburg, Kesselstadt und Mainkur für Gefälle zwischen 0,94 und 2,4 m mit 33 Uml./min.

Propellerräder. In neue, vielverheißende Bahnen gelangte die Ausnutzung niedriger Gefälle, als nach den Kaplanschen Erfindungen Turbinen mit oder ohne verstellbare Laufradschaufeln nach Art der Schiffschrauben ausgebildet wur-den. Sie sind die ausgesprochenen Niedriggefälleturbinen ge-worden. Während die Größe der Francisräder vom Eisenbahn-profil begrenzt wird, sind die Propellerräder im Durchmesser unbeschränkt, denn sie werden ohne Außenkranz mit auswechsel-baren Einzelschaufeln hergestellt. Daher können sie größere Wassermengen in einem Rade verarbeiten (87,5 m^3/s bei 7,65 m Gefälle, Kachlet an der Donau, s. Abb. 9; 35,5 m^3/s bei 5,3 m bzw. 29 m^3/s bei 2 m, Viereth am Main), und die Zahl der Maschinen-einheiten eines Kraftwerkes wird vermindert.

[1]) Nach neueren Grundsätzen werden betonierte Kanäle mit einem Ge-fällverlust von 5 bis 8 cm auf 1000 m (0,05 bis 0,08 vT) ausgeführt; Erdkanäle wurden früher für 40 bis 50 cm auf 1000 m = 0,4 bis 0,5 vT gebaut.

Abb. 6. Propellerrad von 2900 mm Dmr. für das Kraftwerk Viereth nach einer Aufnahme in der Werkstatt von Fritz Neumeyer A.-G.

D r e h z a h l v o n P r o p e l l e r r ä d e r n. Die außerordentliche Verkleinerung der Schaufelflächen, die eigenartige Form und der Wegfall des Außenkranzes haben unerwartet hohe Drehzahlen ermöglicht. Dies erleichtert den Zusammenbau mit der elektrischen Maschine insofern, als die Betriebsdrehzahl schon bei geringen Gefällen so hoch wird, daß diese Maschine unmittelbar gekuppelt werden kann.

A u f b a u d e s K r a f t w e r k e s. Diese Eigenschaften führen zum Aufbau als Einradturbine mit senkrechter Welle und wagrechter in Eisenbeton hergestellter Spirale für den Wasserzulauf. Der wagrechte Wassereintritt und senkrechte Wasseraustritt liefern hydraulisch die günstigsten Voraussetzungen für hohe Ausnutzung des Gefälles. Der Vorsprung im Wirkungsgrad vor der wagrechten Wellenlage beträgt einige Hundertteile. Daher hat selbst bei höheren Gefällen, wo die schnelläufige Mehrradturbine mit wagrechter Welle vorherrscht, die senkrechte Welle Eingang gefunden. Bei solcher Anordnung erfordert der Krafthausunterbau die geringsten Aushub- und Betonmengen. Die elektrischen Maschinen stehen hochwasserfrei, was bei Werken mit hohem Rückstau wertvoll ist.

In dieser Anordnung werden mit Turbinen von 75 Uml./min die beiden ersten im Bau befindlichen Kraftwerke der Rhein-Main-Donau-Schiffahrtstraße ausgeführt. Das Mainkraftwerk V i e r e t h erhält drei zerlegbare Diagonalpropeller[1]), Abb. 5 und 6, von je 2000 PS bei $H = 5{,}3$ m; das Donaukraftwerk Kachlet, Abb. 7 und 8, acht Axialpropeller[2]) von je 7500 PS bei $H = 7{,}65$ m.

[1]) Bauanstalt Fritz Neumeyer A.-G. in München.
[2]) Bauanstalten: J. M. Voith, Heidenheim, und Escher, Wyß & Cie., Ravensburg.

Den Fortschritt in der Schnelläufigkeit zeigen die spezifischen Drehzahlen. Die als ausgesprochene Schnelläufer ausgebildeten Francisräder der älteren Mainkraftwerke sind gebaut für

$n_s = 320$ bei $H = 2{,}44$ m und $N = 870$ PS,
$n_s = 530$ „ $H = 0{,}94$ m „ $N = 220$ PS,

die Propellerräder des Werkes Viereth für

$n_s = 410$ bei $H = 5{,}3$ m und $N = 2000$ PS,
$n_s = 745$ „ $H = 2$ m „ $N = 590$ PS,

die Räder des Werkes Kachlet für

$n_s = 509$ bei $H = 7{,}65$ m und $N = 7450$ PS.

Schließlich haben Propellerräder einen um 5 und mehr Hundertteile höheren W i r k u n g s g r a d als Francisräder. Daher wird die Jahresleistung größer, die Leistungseinheit verbilligt und die Einnahme erhöht.

Abb. 7. Donaukraftwerk Kachlet, Schnitt durch die Kaplanturbine von J. M. Voith.

Abb. 8. Propellerrad von 4600 mm Dmr. für das Kraftwerk Kachlet nach einer Aufnahme in der Werkstatt von J. M. Voith.

Der L a g e d e s P r o p e l l e r r a d e s zum Unterwasserspiegel und der Form des Saugrohres, s. Abb. 7, ist besondere Beachtung zu widmen, damit der Druck an der Schaufelunterseite nicht bis zur Verdampfungsgrenze der Arbeitsflüssigkeit sinkt, wodurch Anfressungen eintreten[1]).

A n t r i e b d e r S t r o m e r z e u g e r m i t Z a h n r ä d e r n. Wird bei Drehzahlen unter 75 Uml./min und kleineren Leistungen, etwa unter 3000 PS, die unmittelbare Kupplung zu kostspielig, so bietet das in Preßöl laufende senkrechte Stirnradgetriebe (feinschriftige, rechts- und linksgängige Schrägverzahnung) mit Wirkungsgraden über 98 vH und mit Übersetzungen von 1 : 10 und darüber oft brauchbarere Lösungen als das Kegelradgetriebe mit Pfeilverzahnung, das in den vorgenannten Mainkraftwerken angewendet ist und bei einer Übersetzung von 1 : 5 dem Stromerzeuger die Drehzahl 167 gibt. Mit Stirnradgetriebe können die Stromerzeuger Drehzahlen von 500 bis [illegible] Uml./min erhalten, bei denen ihr Wirkungsgrad höher als bei unmittelbarer Kupplung ist, so daß der Zahnradverlust teilweise ausgeglichen wird. Anordnungen dieser Art erhalten zwei Werke der Neckarschiffahrtstraße bei Wieblingen und Neckarsulm und zwei kleine Werke an der Oder bei Koppen und Janowitz.

S e g m e n t - S p u r l a g e r. Die Abneigung gegen die senkrechte Welle war begreiflich, solange es kein zuverlässiges Spurlager gab, das der schweren Belastung durch Stromerzeuger und senkrechten Wasserdruck von 200 t und darüber ausgesetzt [illegible]

Abb. 9. Betriebsplan für ein Flußkraftwerk (Kachlet).

[1]) Diese Fragen wurden i n einem Vortrage von Prof. Dr. D. T h o m a n n behandelt.

.den konnte. Durch die nach Grundsätzen von Michell gebauten ..rlager sind die früher vorhandenen Schwierigkeiten beseitigt. I. Spurplatte ist bei diesen Lagern[1]) in unsymmetrisch gestützte ..mente unterteilt, die das Schmieröl keilförmig unter den Spur..g pressen.

Betriebsplan eines Flußkraftwerkes. Wie .. Betrieb eines Flußkraftwerkes (Donau) zu führen ist, zeigt ... 9. Die Wassermengenlinie Q als Mittel aus 20 Jahren und .. dazugehörigen Nutzgefälle H sind über der Zeitgrundlinie T (.5 Tage) aufgetragen. Die Ausbauwassermenge von 700 m³/s ist .. 8 Turbinen verteilt und kann 130 Tage lang voll ausgenutzt ..den. Mit der Abnahme der Wasserführung müssen Einheiten ..äß dem Linienzug a bis h abgeschaltet werden, damit die ..ern mit gutem Wirkungsgrad laufen, denn dieser nimmt von ..ber Belastung bei festen Schaufeln rasch ab. Die schraf..ten Flächen zeigen, um wieviel jede der laufenden Turbinen ..er der vollen Beaufschlagung zurückbleibt. Den Verlauf der er..ten Leistung gibt Linie PS. Wie sich mit der geringeren ..ufschlagung die Wirkungsgrade ändern, zeigt Linie η. Ihre ..kte x können gehoben werden, wenn mehrere Einheiten ..elbare Propellerräder erhalten. Deren Wirkungsgrad ist auch .. kleiner Belastung hoch; sie verarbeiten das Wasser, das die ..ern voll beaufschlagten Turbinen übrig lassen. Man sieht, .. durch rechtzeitige Zu- und Abschaltung der Turbinen das ..rk auf einem hohen Jahreswirkungsgrad gehalten werden ..n.

Die im Schaubild wiedergegebenen Wirkungsgrade sind einer ..rausberechnung entnommen und zeigen nicht die an den Ver..hsrädern festgestellten, die beträchtlich höher sind und 90 vH ..eichen.

Wesentlich günstiger als bei Flußkraftwerken gestalten .. die Baukosten bei Kraftwerken an Kanälen und ..lsperren, weil diese Kraftwerke mit höherem Gefäll ..eiten und zu der Gruppe der Mittel- und Hochdruckanlagen[2]) ..ören. Ihre Bauform gibt zu Ausführungen hier keinen ..laß.

Wirtschaftliche Betrachtungen.

Zeitliche Ausnutzung. Die technischen Hilfs..tel sind vorhanden, um bei den ihrem Wesen und Aufbau ..h, von einigen Ausnahmen abgesehen, im allgemeinen nicht ..igen Niederdruckwasserkräften, wie sie in Deutschland vor..rschen, eine möglichst hohe Ausbeutung aus dem darge..enen Produkt Wassermenge × Gefälle zu erreichen. Für .. wirtschaftliche Erträgnis ist es unerläßlich, die zufließende ..sserspende, die sich während eines Tages gleichmäßig, je..h unter dem starken Wechsel der Niederschläge und je nach .. Jahreszeiten verschieden darbietet, auch zeitlich voll..ndig nutzbringend zu erfassen. Da der Betrieb der Kraft..rke die regelmäßige Wasserführung der Schiffahrtstraßen ..ht stören darf, müssen sie gleichmäßig belastet laufen.

Zusammenschluß mit großen Verteil..tzen. Das ist möglich, wenn die Wasserkräfte mit Verteil..zen verbunden werden, deren Bedarf an elektrischer Arbeit ..h nachts und an Sonn- und Feiertagen so groß ist, daß sie ..lständig aufgebraucht werden. Die Flußkraftwerke müssen .. Grundbelastung solcher Netze übernehmen; der darüber hin..reichende, dem Wechsel der Arbeitzeit unterworfene Bedarf ..ß speicherfähigen Wasserkräften und, wenn diese dazu nicht ..reichen, Wärmekraftwerken zugeschoben werden. Durch ..affe Führung des Betriebes so zahlreicher zusammengeschlos..er Kraftwerke muß eine zusammenfassende, nach wirtschaft..hen Grundsätzen handelnde Oberleitung dafür sorgen, daß ein ..hster Gesamtnutzungsgrad erreicht wird.

Ausgleich in der Belastung. Die allgemeine ..ktrizitätsversorgung hat sich so entwickelt, daß die Ver..uchsgebiete zu größeren Bezirken zusammengefaßt werden; .. der weiteren Entwicklung werden auch diese sich unterein..der wieder zusammenschließen, um Überschußleistung eines ..zirkes an Wasserkraft oder Wärmekraft in benachbarte hier.. aufnahmefähige Bezirke abzugeben. Der dadurch mögliche ..sgleich, der das Verhältnis der Grundbelastung zur Höchst..astung immer günstiger gestaltet, begünstigt auch die rest..e Verwertung des Stromes aus Kraftwerken an Wasser..aßen.

[1]) Z. Bd. 68 (1924) S. 352, 377

[2]) Niederdruckwasserkräfte bis 10 m, Mitteldruckwasserkräfte 10 bis 50 m, ..hdruckwasserkräfte über 50 m.

Es ist daher berechtigt, in der Ausbaugröße der Wasserkraftwerke weiter als früher zu gehen. Während früher Wassermengen erfaßt wurden, die mindestens an 270 Tagen im Jahr vorhanden waren, ist es heute bei den vermehrten Verwendungsmöglichkeiten vertretbar, Wassermengen auszunutzen, die an 130 bis 100, ausnahmsweise 80 Tagen im zehnjährigen Durchschnitt mindestens vorhanden sind[3]). Wie hoch man gehen kann, muß eine Betriebskostenberechnung entscheiden. Von einer gewissen Ausbaugröße ab sinkt die Wirtschaftlichkeit, da die ausnutzbare Kilowattstundenzahl nicht den Ausbaukosten entsprechend zunimmt.

Um die Anlagekosten nicht unnötig zu steigern, bemißt man die Zahl der Maschineneinheiten so, daß die Ausbauwassermenge von ihnen gerade verarbeitet wird. Auf Bereitschaftsätze kann verzichtet werden, da die Maschinen so sicher gebaut werden können, daß sie alle bei hohen Wasserständen laufen; untersucht und instandgesetzt werden sie zu Zeiten geringerer Wasserstände.

Lage der Kraftwerke zum Verbrauchsgebiet. Der Verwertung des Stromes aus Kraftwerken an Wasserstraßen kommt zustatten, daß die Wasserstraßen aufnahmefähige Gebiete durchziehen und der Strom nicht wie bei den abseits im Gebirge gelegenen Wasserkräften mit langen Fernleitungen in das Verbrauchsgebiet zu übertragen ist. Der Strom wird daher durch Übertragungskosten nur unerheblich verteuert.

Wert der Wasserkräfte an Wasserstraßen. Die wirtschaftlichen Aussichten der an Wasserstraßen gewonnenen Kraft hängen davon ab, in welchem Grade sie den Wettbewerb mit dem aus Wärmekraft erzeugten Strom am Verbrauchsort aufnehmen kann, da der Strom aus Kohlenkraftwerken der Gradmesser ist. Die Ausbaukosten des Wasserkraftwerkes allein, ohne Wehr und Kosten der mit der Herstellung des Staues im Fluß verbundenen Anlagen, lediglich mit den Kosten der kurzen Kraftwerkkanäle nach Abb. 2 und 3 belastet, werden in einigen günstigen Fällen geringer, im allgemeinen je nach Ausbaugröße höher als die Ausbaukosten eines neuzeitlichen Wärmekraftwerkes. In den Betriebskosten, abgesehen vom Zinsendienst, sind die Wasserkraftwerke insofern im Vorteil, als die Ausgaben für Unterhaltung, Erneuerung, Bedienung, Putz- und Schmierstoffe wesentlich geringer sind als bei Wärmekraftanlagen; auch in der Kapitaltilgung sind Wasserkraftwerke günstiger, weil sie eine größere Lebensdauer als Wärmekraftwerke haben, die Tilgung sich daher auf eine längere Zeit erstrecken kann. Ist die Wasserkraft ein vollwertiger Ersatz für Wärmekraft, so kommt der wirtschaftliche Vorsprung dieser Wasserkraft voll zur Geltung. Dazu treten die Einnahmen aus der von ihr ersetzten Kohlenmenge. Mit dem Erträgnis hieraus kann daher nicht nur der Aufwand für die Kraftwerke selbst, sondern auch ein erheblicher Anteil an Baukosten der Anlagen verzinst werden, die wie Wehre, Kanäle, Herrichtung des Flußschlauches und der Schleusen teilweise oder ganz der Wasserstraße dienen.

Ist die Wasserkraft kein vollwertiger Ersatz für Wärmekraft, weil sie bei Eisgang und Hochwasser ausfällt und durch Wärmekraft ersetzt werden muß, so verbleiben als Vergütung für den Wasserkraftstrom hauptsächlich die Kohlenkosten und nur in geringerem Grad Ersparnisse an Bedienung, Betriebstoffen und Erhaltungskosten von Maschinen. Mit den Einnahmen hieraus kann daher außer den Kosten der Wasserkraftwerke selbst nur ein geringerer Teil der gemeinsamen und der der Schiffahrt allein dienenden Anlagen gedeckt werden.

Welche Kohlenmenge dem Wasserkraftstrom gutgeschrieben wird, hängt vom Stande der Wärmetechnik ab. Die fortschreitenden Verbesserungen auf diesem Gebiete veranlassen, auch Bau und Betrieb der Wasserkraftwerke zu vervollkommnen.

Wasserkräfte als Mittel zur Geldbeschaffung für die Schiffahrtstraße. Flüsse der Hügelländer und Mittelgebirge zu kanalisieren, ist kostspielig, so daß die Verkehrseinnahmen allein nicht ausreichen, um außer den Betriebsausgaben der Schiffahrtstraße den Finanzdienst zu decken. Die Bedeutung der Binnenwasserstraßen für den Verkehr wird aber auch hier zu ihrem Recht kommen, wenn Wasserkräfte ausgenutzt werden können, deren Erträgnisse den Bauaufwand zu einem entsprechenden Teil verzinsen. [B 620]

[3]) Donau-Kachlet 130 tägige, Neckar und Main 100 tägige Wassermenge.

Die Fahrtregler der Dampffördermaschinen.

Von Ingenieur Dr. H. Hoffmann, Bochum.

In einem früheren Aufsatze waren die Aufgabe, die die Fahrtregler der Dampffördermaschinen zu erfüllen haben, und die bauliche Durchbildung der Fahrtregler erörtert. In diesem Nachtrage wird die Durchflußreglung allgemein und der Iversensche Fahrtregler im besonderen besprochen. Eine Rundlaufpumpe treibt einen kräftigen Ölstrom durch einen Drosselspalt, der beim Auslauf der Fördermaschine allmählich verengt wird. Wird der Öldruck zu groß, so schlägt die Regelung aus. Sie wirkt mittelbar über einen Servomotor, der Steuerung und Bremse verstellt. Der Fahrtregler stellt selbst Gegendampf ein und erlaubt, jederzeit Gegendampf zu geben. Im einzelnen sind die Einrichtung zur selbsttätigen Führung der Fördermaschine, die neue Ausführung des Bremsdruckreglers und die Anordnung der Endauslösung bemerkenswert, die beim Übertreiben wiederholt wirkt.

In meinem früheren Aufsatz[1]) war ich auf die sogenannten hydraulischen Fahrtregler, die anstatt mit einem Fliehkraftregler mit einem Durchflußregler ausgerüstet sind, nicht eingegangen, sondern hatte auf das verwiesen, was in einer Veröffentlichung aus dem Jahre 1911 über die Fahrtregler der Bauarten Iversen und Schönfeld gesagt war[2]). Inzwischen ist der Fahrtregler von Iversen neu durchgebildet worden und hat in den letzten Jahren auch im Ruhrbezirk Eingang gefunden, nachdem er vorher hauptsächlich in Oberschlesien und im Saarbezirk verwendet worden ist. Im folgenden möchte ich diesen Fahrtregler genauer darstellen. Der Iversensche Fahrtregler ist nicht nur als verbreitetste Bauart der hydraulischen Fahrtregler bemerkenswert, sondern wesentlich auch deshalb, weil er auf Grund langer Erfahrungen in seinen Einzelheiten vorzüglich durchgebildet ist, und weil er meines Wissens als einziger den Förderzug bei jeder Belastung nach dem vorgeschriebenen Geschwindigkeitsverlauf selbsttätig zu Ende führt, wenn der Maschinist die Fördermaschine dem Fahrtregler übergibt.

Allgemeines.

Zunächst sei allgemein betrachtet, wie die Durchflußregelung bei einer Fördermaschine wirkt. Abb. 1 veranschaulicht die Grundanordnung. In einem mit Öl gefüllten Zylinder wird der Kolben *a* von der Fördermaschine her von oben nach unten oder — bei der umgekehrten Fahrtrichtung — von unten nach oben bewegt und drängt dabei das Öl durch einen Drosselspalt *b* von einer zur andern Zylinderseite. Der Durchflußquerschnitt wird durch einen Schieber *c*, der von einer Kurvenscheibe *d* betätigt wird, bei jedem Förderzuge erst vergrößert, dann gleich groß gehalten, dann wieder verkleinert, ebenso wie bei einem Förderzuge die Geschwindigkeit erst zunimmt, dann gleich bleibt und wieder abnimmt. Da hier dieselbe Kurve bei der Anfahrt und beim Auslauf wirkt, so entspricht der Geschwindigkeitsverlauf bei der Anfahrt dem beim Auslauf, eine Abhängigkeit, die in vielen Fällen nicht erwünscht ist.

Sinkt der Verdrängerkolben *a*, so entsteht unter ihm Überdruck, steigt er, so entsteht unter ihm Unterdruck. Diesen Über- oder Unterdruck läßt man auf einen kleineren, der Reglung dienenden Kolben *e* wirken, der durch eine vorgespannte Feder *f* belastet ist und sowohl nach oben als auch nach unten ausschlägt. Das geschieht, wenn der entstehende Überdruck oder Unterdruck die durch die Vorspannung der Feder *f* gegebene Größe überschreitet, d. h. wenn die Geschwindigkeit, mit der das Öl durch den Drosselspalt gedrängt wird, zu hoch war, oder im vorliegenden Zusammenhange, wenn die Fördermaschine schneller läuft, als dem ihr durch die Form der Kurve *d* gegebenen Bewegungsgesetz entspricht. Den Ausschlag des Reglerkolbens verwendet man unmittelbar oder mittelbar, um die Kraftzufuhr der Fördermaschine zu verringern.

Ob die Fördergeschwindigkeit über die Grenze 20 m/s auf 22 m/s steigt, oder über die Grenze 2 m/s auf 2,2 m/s, ergibt denselben Ausschlag des Reglerkolbens, so daß die Durchflußregelung wie geschaffen ist für die Fördermaschinenregelung, die insbesondere auch bei den niedrigen Geschwindigkeiten gegen Ende des Förderzuges energisch wirken soll. Aber eine bedeutsame Bedingung muß erfüllt sein: die durch den Drosselspalt gedrängte Ölmenge muß auch gegen Ende des Förderzuges groß sein im Verhältnis zu der, die der ausschlagende Reglerkolben braucht. Andernfalls erlahmt die Durchflußregelung gegen Ende des Hubes. Damit die Durchflußregelung immer gleich wirkt, muß Öl, das nachgefüllt wird, dieselbe Viskosität haben wie das ursprüngliche. Ferner darf die Temperatur nicht in weiten Grenzen schwanken. Praktisch haben sich keine Unzulänglichkeiten ergeben.

[1]) Z. Bd. 66 (1922) S. 173.
[2]) Wallichs: Die neuere Entwicklung der Fördermaschinen-Antriebe und Sicherheitsvorrichtungen. Z. Bd. 55 (1911) S. 2056.

Wirkungsweise des Iversenschen Fahrtreglers.

Von der betrachteten Grundanordnung unterscheidet [sich] die beim Iversenschen Fahrtregler[3]) benutzte, in Ab[b. 2] bis 4 schematisch dargestellte Durchflußregelung sowohl [bau]lich wie in der Wirkungsweise wesentlich. Der Ölzylinder, [der] um so größer werden muß, je größer die Teufe ist, ist du[rch] eine von der Steuerwelle der Fördermaschine angetrieb[ene], rechts und links fördernde Rundlaufpumpe *a* ersetzt, die ei[nen] starken Ölstrom erzeugt und für alle Teufen ausre[icht]. Damit die Regelung nur mit Überdruck arbeitet, sind [zwei] Drosselspalte *b*, *b* angeordnet, von denen aber nur der im Ölst[rom] vorn liegende wirksam ist, während das Öl vor dem hint[eren] Drosselspalt durch einen selbsttätig geöffneten Auslaß beq[uem] abfließt. Das Ventilpaar *c*, *c* wird nämlich durch den Ölst[rom] selbsttätig so umgeschaltet, daß immer das im Ölstrom v[orn] liegende Ventil geschlossen, das hintere dagegen geöffnet ist [und] dem Öl einen so großen Auslaß bietet, daß es unter sei[nem]

Abb. 1. Grundanordnung einer Durchflußregelung für Fördermaschinen.

hydrostatischen Druck abfließt. Zu jedem Drosselspalt ge[hört] ein regelnder Kolben *d*, der vor dem Drosselspalt liegt, also [den] Überdruck empfängt, und zwar bis zu 5 at. Nur der Kolben [vor] dem wirksamen Drosselspalt schlägt aus, während der andr[e in] der tiefsten Lage verharrt. Für die Wirkung ist es aber gl[eich], welcher der beiden regelnden Kolben ausschlägt, da beide [die]selbe Belastungsfeder spannen und dieselbe Welle drehen. In[folge] der baulichen Maßnahmen: Anordnung einer Rundlaufpu[mpe] und Verwendung kräftiger Öldrücke, erhält die vorlieg[ende] Durchflußregelung kleine Abmessungen, wirkt aber sehr stark [bis] zu 1 m/s Fördergeschwindigkeit herab, so daß der Auslauf bis [zur] Hängebank hin sehr genau regelbar ist.

Betrachten wir, wie der wirksame, d. h. der im Öls[trom] vorn liegende Drosselspalt gesteuert wird. Man erkennt [aus] Abb. 2 bis 4, daß bei der gezeichneten Richtung des Ölstr[oms] nur der linke Drosselspalt wirksam ist, und daß der zugeh[örige] Schieber erst beim Auslauf der Fördermaschine vom Te[ufen]zeiger mittels Wandermutter *e* und Kurvenhebels *f* nach u[nten] geschoben wird und den Drosselspalt mehr und mehr ver[engt]. Es scheint demnach, als ob die Anfahrt überhaupt nicht ger[egelt] würde. In der Tat, wenn der regelnde Kolben nur durch

[3]) Lieferung durch die Patentinhaberin Atlas G. m. b. H., Berlin, sowie Linke-Hofmann-Lauchhammer, Breslau und Prinz-Rudolf-Hütte, Dülmen.

Abb. 2 bis 4.
Durchflußregelung beim Iversenschen Fahrtregler.

Abb. 3.

pannte Feder belastet wäre, wäre die Anfahrt frei. Die t soll aber nicht frei sein, sondern, abgesehen von dem daß es sich um eine schwache Maschine handelt, soll die g der Zylinder während der Anfahrt aus Gründen der haftlichkeit verringert werden. Diese Aufgabe ist beim enden Fahrtregler einfach und durchaus dem Zweck entend dadurch gelöst, daß eine abgestuft wirkende Belastung n regelnden Kolben angeordnet ist. Sie besteht, wie Abb. 3 us zwei hintereinander gelegten Federn, einer nicht vorgen harten Feder g und einer vorgespannten weichen Feder h, Wirkung an einem Zahlenbeispiel erläutert werde.

e vorgespannte Feder h beginne sich erst zu dehnen, wenn rdergeschwindigkeit bei voller Weite des Drosselspaltes auf steigt, oder bei halber Weite des Drosselspaltes auf 10 m/s Bis zur jeweiligen Grenze der Fördergeschwindigkeit, die r Weite des Drosselspaltes abhängt, aber immer dieselbe Gedigkeit des Öles im Drosselspalt b bedeutet, dehnt sich also e nicht vorgespannte Feder g, und zwar verhältnismäßig darüber hinaus dehnt sich, indem die Feder g gegen einen ag stößt, nur die vorgespannte Feder h, und zwar mehrärker als vorher die Feder g. In Abb. 5 ist — unter der setzung, daß der Drosselspalt voll geöffnet ist — der Ausdes Reglerkolbens über der Fördergeschwindigkeit aufgetraie Linie hat bei der Grenze 20 m/s einen Knick. Der Ast I angsam an, d. h. bis 20 m/s ist die Regelung stark statisch; t II dagegen steigt steil an, d. h. über 20 m/s ist die Rescharf, bis bei 23m/s der regelnde Kolben den größten Aushat. Da der Öldruck quadratisch mit der Geschwindignimmt, so wächst auch der Ausschlag des Reglerkolbens tisch, was besonders beim Ast I ins Auge fällt. Auch der Drosselspalt nicht voll geöffnet ist, kann man den gen Ausschlag des Reglerkolbens aus dem Diagramm abnur ist die Fördergeschwindigkeit im selben Verhältnis anzunehmen, wie der Drosselspalt verengt ist. Wird bei ilfahrt z. B. der Drosselspalt überhaupt nur halb geöffnet, ginnt die scharfe Regelung schon bei $20:2 = 10$ m/s. r Drosselspalt nur $^1/_{10}$ der vollen Weite, so macht der kolben seinen größten Ausschlag schon bei $\frac{23}{10} = 2{,}3$ m/s geschwindigkeit.

em Ausschlage des Reglerkolbens ist, wie vorweggenomi, die Einwirkung des Fahrtreglers auf die Steuerung und emse verhältnisgleich. Erst wird die Steuerung vom Fahrtzurückgelegt, nicht nur in die Mittellage, sondern bis auf Gegendampf, dann wird die regelbare Bremse mit zuodem Druck aufgelegt. Aus Abb. 5 kann man entnehmen, eit bei der jeweiligen Fördergeschwindigkeit der Fahrtden Steuerhebel zurücklegt und den Bremsregler auslegt.

Abb. 5. Ausschlag des regelnden Kolbens in Abhängigkeit von der Fördergeschwindigkeit.

Bei 10 m/s Fördergeschwindigkeit z. B. gestattet der Fahrtregler nur die Auslage b des Steuerhebels, bei 20 m/s nur die Auslage c, bei 22 m/s würde die Steuerung auf Gegendampf gestellt und der Bremsregler mit dem Ausschlag e ausgelegt werden, bei 23 m/s schließlich würde die Bremse mit dem größten Druck aufgelegt.

Zusammenfassend ist über die hier angewendete Durchflußregelung folgendes zu sagen: Der Auslauf wird mittels einer den besonderen Bedingungen angepaßten Kurve bis auf sehr geringe Geschwindigkeit scharf geregelt, ebenso wird die Beharrung, wenn die Geschwindigkeit eine gewisse Grenze überschreitet, scharf geregelt. Die Anfahrt dagegen wird stark statisch geregelt, unabhängig vom Auslauf und ohne Anwendung einer Kurve, indem mit zunehmender Geschwindigkeit die Füllung verringert wird; dabei schmiegt sich die Regelung der Größe der Belastung an, so daß kleine Lasten erheblich schneller angehoben werden als große. Weil die Anfahrt ohne Verwendung einer Kurve geregelt wird, wirkt sie nicht nur, wenn von der tiefsten Sohle, sondern auch, wenn von einer Zwischensohle angefahren wird.

Betrachten wir nun an der Hand von Abb. 6 den baulichen Zusammenhang, wie der ausschlagende Reglerkolben auf die Steue-

rung und die Bremse einwirkt. Der Reglerkolben wirkt nicht unmittelbar, sondern verstellt nur den Schieber eines mit Dampf betriebenen Servomotors *i*, dessen Kolben, wenn der Reglerkolben ausschlägt, in entsprechendem Maße hochgeht und die Welle *k* mittels Kurbeltriebes dreht. Die Kurbel hat noch einen zweiten Zapfen, durch den ein nicht gezeichneter, neben dem Servomotor liegender Ölkataraktzylinder angetrieben wird, der unerläßlich ist, wenn der Servomotor ruhig wirken soll. Auf der Welle *k* sind außer der antreibenden Kurbel drei weitere Hebel gelagert. Ein in Abb. 6 nicht gezeichneter, aber aus Abb. 7 erkennbarer Hebel dient dazu, das beim Übertreiben ausgelöste Bremsgewicht wieder anzuheben. Der Hebel *l* legt, indem er den losen Hebel *r* mitnimmt, den Bremsregler aus, wobei der Bremshebel des Maschinisten stehen bleibt. Der Hebel *m* schließlich zieht die Stange *n* nieder, die dann mit der an ihrem Kopf befindlichen Rolle den gegabelten Hebel *o* und den mit ihm verbundenen Steuerhebel des Maschinisten in die Mittellage und darüber hinaus in die halbe Gegendampflage legt. Die Einwirkung auf die Steuerung fühlt der Maschinist also unmittelbar. Damit es aber überhaupt möglich ist, daß der Fahrtregler Gegendampf anstellt, und daß der Maschinist jederzeit den Steuerhebel voll auf Gegendampf auslegen kann, ist es nötig, die Einwirkung auf die Steuerung jedesmal, wenn die Maschine ihre Fahrtrichtung ändert, umzuschalten[1]). Das wird erreicht, indem der Kurbelzapfen *p* beim Umkehren der Fördermaschine durch eine mit Anschlag versehene Reibkupplung *q* mitgenommen und aus der einen in die andre Totlage gedreht wird. Dadurch wird die Stange *n*, deren Rollenkopf auf die linke Flanke der Gabel *o* gewirkt hat, nach rechts verschoben und wirkt nun auf die rechte Flanke der Gabel *o*.

Die Anfahrt wird folgendermaßen geregelt. Noch vor Ende des Förderzuges soll der Steuerhebel so weit zurück-

[1]) Vgl. hierzu die Ausführungen in meinem früheren Aufsatze, Z. Bd. 66, (1922) S. 208.

Abb. 6. Wirkung des von der Reglung beeinflußte Servomotors auf Steuerung und Bre[mse]

Abb. 7. Zusammenhang der auf die Bremse durch den Fördermaschinisten, durch die Geschwindigkeitsregelung und durch den Teufenzeiger ausgeübten Einwirkungen.

gelegt sein, daß er Frischdampf nur mit den Man[övrier]knaggen anstellen kann, und daß er, wenn die Maschine n[icht] fährt, in verkehrter Richtung nur ein wenig ausgelegt [werden] kann. Das kann die Durchflußregelung allein nicht erzw[in]g[en], weil bei sehr langsamem Einfahren und beim Stillstan[d der] Fördermaschine der Reglerkolben durch seine Belastungs[fe]d[er] in die tiefste Lage gezogen wird und den Steuerhebel völl[ig frei] gibt. Deshalb wird gegen Ende des Förderzuges der Servo[motor] auch mechanisch gesteuert. Die Stange *s* nämlich wird [am] Ende des Förderzuges von der hochgehenden Wandermutt[er des] Teufenzeigers hochgezogen, betätigt die Warnglocke und [drückt] schließlich durch Kurvenschub den Winkelhebel *t*, der [da]über den Hebel *u* hinweg das Reglergestänge so v[erstellt], daß der Servomotor die Steuerung beinahe in die Mittella[ge zu]rücklegt. Bei der neuen Anfahrt geht die Stange *s* wieder [ab], das Reglergestänge wird frei und durch die Belastungsfede[r des] Reglerkolbens wieder zurückgezogen, so daß der Servo[motor]kolben in seine tiefste Lage geht. Infolgedessen wird der [Rollen]kopf der Stange *n* angehoben und ist, nachdem er durch d[ie Um]schaltung gegen die andere Flanke der Gabel *o* gelegt ist, [wieder] zu neuem richtigen Eingriff. Die der Umschaltung die[nende] Reibkupplung muß selbstverständlich sicher wirken; desh[alb ist] sie reichlich bemessen und läuft in Öl. Beim Umlegen des K[urbel]zapfens *p* aus der einen in die andre Totlage ist übrige[ns die] zur Verstellung der Steuerung verfügbare Kraft durch die [Größe] der Reibkupplung begrenzt.

Es sei noch die Bremsung der Fördermaschine im Z[usam]menhange besprochen. Der Bremsregler der Dampfbrems[e wird] durch den auf der Welle *k* lose schwingenden Hebel *r* aus[gelegt], und sowohl der Fördermaschinist als auch der eingreifende [Fahrt]regler haben den Hebel *r* zu drehen, um die Bremse anzu[legen]. Der Maschinist bringt den Hebel *r* mittels des Kurvenhe[bels *v*] durch eine Rollenstange zum Ausschlag. Wenn die Regelun[g ein]greift, nimmt der ausschlagende Hebel *l* den Hebel *r* mit. [Wenn] dann der Maschinist den Bremshebel zurücknimmt, oder der [Hebel *l*] zurückgeht, wird der mit dem Bremsregler verbundene He[bel] durch die Feder *w*, Abb. 7, zurückgezogen, und dadurch wi[rd die] Bremse wieder frei. Maschinist und Fahrtregler könne[n also] jeder für sich die Bremse anziehen; hat aber der Fahrtregl[er die] Bremse aufgelegt, so kann sie der Maschinist nicht löse[n, und] umgekehrt. Wenn der Bremshebel voll ausgelegt ist, [tritt] dank der Form der Kurve am Hebel *v* Selbstsperrung ein. [Die] Endauslösung der Bremse schließlich ist aus Abb. 7 e[rsicht]lich. Beim Übertreiben soll das Bremsgewicht *x* niederfalle[n, und] der Bremsgewichthebel soll den Hebel *r* mitnehmen. Nun i[st der] Bremsgewichthebel mit dem auf der Welle *k* verkeilten He[bel *y*] durch eine gesperrte Klinke verbunden, und die Sperrung [wird] durch die gezahnte Stange *z* gelöst, die beim Überfahren der Hä[nge-]

vom Teufenzeiger mit mehrfacher Übersetzung ins Schnelle oben wird. Dann geht das Bremsgewicht nieder, und der sregler wird voll ausgelegt. Das niedergefallene Bremsge- kann der Maschinist, ohne daß er den Führerstand ver- wieder anheben, indem er den Bremshebel über die Stellung sten Bremsdruckes hinauslegt, wobei, wie es Abb. 6 zeigt, ebel u mitgenommen und das Reglergestänge ausgelegt wird. edessen schlägt der auf der Welle k aufgekeilte Hebel y nach aus und faßt unter die Klinke des Bremsgewichthebels, so enn der Bremshebel wieder zurückgenommen wird, das Brems- ht wieder hochgehoben wird. Würde dann der Korb noch über die Hängebank gezogen, so würde durch die gezahnte e z die Endauslösung von neuem wirken, im ganzen viermal.

Ausführung des Iversenschen Fahrtreglers.

Abb. 8 und 9 zeigen den Iversenschen Bremsregler ter Bauart, und zwar die für Auslaßbremsen bestimmte Form. ner Auslaßbremse wirkt auf die eine Seite des Bremskolbens ruck p_v des frischen Dampfes, auf die andere der geregelte p_r. Je größer der Druckunterschied $p_v - p_r$, um so stärker remskraft. Dieser Druckunterschied wird durch den Brems- eingestellt und innegehalten, auch wenn sich der Druck p_v ischen Dampfes ändert. Auf die äußeren Stirnflächen des ers A und des Hilfskolbens B wirkt p_v, auf die inneren p_r und außerdem die Kraft der Feder F, die man durch den H mehr oder weniger zusammendrücken kann. Ist f der ederspannung entsprechende Druck, so besteht Gleichgewicht, der wirksame Bremsdruck, also der Druckunterschied $p_r = f$ ist. Wird die Feder stärker gespannt, indem man olben B nach links schiebt, so öffnet der Schieber A den ß D so lange, bis p_r um ebensoviel kleiner wie f größer rden ist. Steigt der Frischdampfdruck p_v, so wird der ber A nach rechts gehoben, so daß Frischdampf nach der des Bremszylinders strömt, auf der Druck p_r herrscht, ge bis $p_v - p_r$ wieder $= f$ ist. Sollte die Feder brechen, so der Schieber durch die Stange C bewegt, und die Bremse als Volldruckbremse.

Der Iversensche Bremsregler wird auch für Einlaßbremsen undsätzlich gleicher Art gebaut. Bei beiden Formen wird der wirksame Bremsdruck allein durch die mit dem Bremshebel einstellbare Spannung der Feder F bestimmt, unabhängig davon, ob der Frischdampfdruck größer oder kleiner wird. Daß der antreibende Hebel H in jeder Lage aufstellbar ist, ist für den nachträglichen Einbau des Bremsreglers sehr bequem.

Abb. 10 zeigt den gesamten Aufbau des Iversenschen Fahrtreglers und zugleich die Einrichtung zur selbsttätigen Führung der Maschine. Die Rundlaufpumpe a wird von der Steuerwelle mit großer Übersetzung angetrieben. Der Fahrtregler zusammen mit dem Teufenzeiger wird ebenfalls von der Steuerwelle angetrieben. Die Teufenzeigerspindeln haben zwei Gewinde. Das untere feine Gewinde betätigt mit Hilfe der Wandermutter e die Kurvenhebel f. Das obere steile Gewinde dient für die Wandermuttern des Teufenzeigers. Die Teufenzeigerspindeln sind bequem ein- und ausrückbar; zur genauen Einstellung ist auf dem Rücken der gezahnten Stange z ein Hängebankzeichen angebracht. Vor dem Teufenzeiger sitzen zwei Manometer, die den Öldruck unter dem regelnden Kolben anzeigen. Um den Fahrtregler auf Seilfahrt einzustellen, wird eine Welle gedreht, so daß das Seilfahrtschild sichtbar wird.

Abb. 8 und 9. Iversenscher Bremsregler neuester Bauart, für Auslaßbremsen bestimmte Form.

Abb. 10. Gesamtaufbau des Iversenschen Fahrtreglers mit Einrichtung zur selbsttätigen Führung der Maschine.

Ölpumpe
Wandermutter
Kurvenhebel für die Regelung des Auslaufes
g Gewicht
h Mitnehmerhebel } für die Einrichtung zur selbsttätigen Führung
i Servomotor
n Rollenstange
o Gabelhebel
r loser Hebel
v Kurvenhebel
x Gewicht für die Bremsauslösung.

Wegen der selbsttätigen Führung der Maschine sei vorausgeschickt, daß man auch, ohne daß die Fördermaschine besonders eingerichtet ist, selbsttätig gefahrene Förderzüge vorführen kann[1]), z. B. wenn man Lasten einhängt und die vom Fahrtregler angestellte Bremse sich beim Rückgang der Geschwindigkeit wieder löst. Um aber bei allen Belastungen die Maschine nach bestimmtem Geschwindigkeitsdiagramm selbsttätig zu führen, ist es unerläßlich, daß sowohl die Bremse sich löst als auch die Steuerung wieder ausgelegt wird, wenn die Geschwindigkeit unter den gewollten Wert gefallen ist. Andernfalls würde die Maschine zu langsam fahren oder zum Stillstand kommen und umkehren. Daß sich beim vorliegenden Fahrtregler die Bremse beim Rückgange der Geschwindigkeit selbsttätig löst, war oben gesagt worden. Die Einrichtung zum Wiederauslegen des Steuerhebels beim Rückgange der Geschwindigkeit ist aus Abb. 10 ersichtlich. Der ausgelegte Steuerhebel setzt sich vor einen zweiten Hebel h, der durch das Gewicht g mittels Kurvenschubes immer wieder in seine Mittellage gedrängt wird.

Wird der Steuerhebel also vom Fahrtregler zurückgelegt, so sucht ihn der Hebel h wiederauszulegen. Im Zusammenhange mit der feinfühligen Regelung gelingt es mit dem vorliegenden Fahrtregler in der Tat, jeden Förderzug selbsttätig nach gewollten Ge[-]schwindigkeitsdiagramm zu Ende zu führen, wobei der Ste[uer-]hebel etwas hin- und hergeht. Will der Maschinist langsam fa[hren,] so klinkt er die Verbindung des Steuerhebels mit dem He[bel] aus. Es fragt sich, ob man immer die Maschine selbsttätig f[ahren] lassen soll. Dagegen spricht, daß bei der selbsttätigen Führun[g] Auslauf nur bei normaler Last richtig eingestellt wird, d. [h.] daß man freien Auslauf hat, und daß der Fördermaschinist d[es] die Sicherheit der Führung wichtigsten Handgriffes, des Zu[rück-]legens der Steuerung, um den Auslauf einzuleiten, entwöhnt [wird].

Auf Zeche Shamrock III/IV bei Herne wurde der [Ilgner-?]sensche Fahrtregler durch einen Ausschuß der Preußischen [Seil-]fahrtkommission besichtigt. Es wurden selbsttätig gefa[hrene] Sonderzüge mit positiver und negativer Last vorgeführt. [Die] schärfste Probe war folgende: Die Fördermaschine fuhr au[s der] Hängebankstellung etwa 6 m in den Schacht an. Dann w[urde] die Steuerung so weit wie möglich verkehrt ausgelegt un[d die] Maschine dem Fahrtregler überlassen. Der brachte sie [durch] Gegendampf und Bremse rechtzeitig zur Ruhe. Im nor[malen] Betrieb wurden keine selbsttätigen Züge gefahren, sonder[n der] Maschinist hatte die Weisung, selbst die Steuerung zurü[ckzu-]legen, um den Auslauf einzuleiten. [B 3..]

[1]) Vergl. das in meinem früheren Aufsatz Z. Bd. 66 (1922) S. 176 Gesagte.

Das Walzensegel von Flettner.

Wird eine neue Maschinenart erprobt, so kann das auf einem abgeschlossenen Versuchsfeld im Stillen geschehen; werden Verkehrsmittel erprobt, die äußerlich sichtbar mit neuen Organen ausgerüstet sind, so ist die bei der ersten Erprobung gebotene Geheimhaltung weniger leicht zu erreichen, besonders wenn es sich um so überraschende Erfolge handelt, wie Anton Flettner mit seinem Ruder und in diesen Tagen mit seinem Walzensegelschiff, Abb. 1, erreicht hat. Die Zeitungen finden dann ein dankbares Gebiet, die Allgemeinheit zu verblüffen, und die Fachzeitschriften kommen in eine gewisse Verlegenheit; denn

Abb. 1. Schoner „Buckau" mit Walzensegel nach Flettner.

der Fachmann will sich nicht wundern, sondern er will wissen. Das Verhalten einer umlaufenden Walze senkrecht zu einer Parallelströmung (Wind) ist allerdings schon seit rd. 70 Jahren bekannt[1]). Die hierbei auftretenden Seitenkraftwerte sind in der Aerodynamischen Versuchsanstalt Göttingen gemessen worden. Dabei hat sich ergeben, daß eine umlaufende Walze in einer Querströmung Seitenkräfte bis zum Achtfachen der mit Vogel- oder Flugzeugflügeln erzielbaren Auftriebe, bezogen auf die gleiche Flächenprojektion, erfährt. Hierüber hat Prof. Dr. H. Föttinger, Berlin, in der diesjährigen Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure in Hannover berichtet[2]) und die Vorgänge mit analogen elektromagnetischen Erscheinungen verglichen. An dieser Stelle soll zunächst auf die folgenden bekannten Erscheinungen hingewiesen werden, die gleichzeitig den Werdegang in der Segelschiffahrt kennzeichnen:

Abb. 2 und 3.

1. Betrachten wir zunächst eine quer zu einer Parallelströmung aufgestellte rechteckige Platte, Abb. 2, so entspricht diese den alten rechteckigen Segeln. Sie ergibt jedoch nicht die beste Wirkung, da der Wirbel an der Rückseite der Fläche die Ausnutzung des Windes beschränkt.

2. Bei einer genügend schräg zur Parallelströmung gestellten [Platte] tritt dagegen eine etwas andre Erscheinung ein, Abb. 3, indem [sich] Wirbelzöpfe an den seitlichen Plattenkanten bilden, die darau[f hin-]deuten, daß eine Zirkulation um die Platte besteht, die als U[rsache] des Auftriebes bei Flugzeugen angesehen werden kann (Satz von [Kutta-]Jukowsky). Die Amerikaner haben sich bei Rennyachten eine [ähn-]liche Strömungserscheinung zuerst nutzbar gemacht.

3. Die Zirkulation macht es verständlich, daß Flugzeugtragfl[ächen] und Flügel mit einer Querschnittform wie in Abb. 4 auch bei sc[hräg] nach unten geneigter Vorderkante einen Auftrieb erfahren, indem an der Unterseite durch Stauung ein Überdruck eintritt. Die bei solch einem Flügel auftretende Stromlinienform ist nun ähnlich wie bei einer umlaufenden Walze, Abb. 5. Man hat daher auch bei der umlaufenden Walze die gleiche Erscheinung wie bei Flugzeugtragflächen zu erwarten.

Abb. 4 und 5.

Abb. 6 und 7.

Nun ist, wie oben erwähnt, die Seitenkraft bei der Walze noch bedeutend größer als bei der Flugzeugtragfläche, und damit auch in noch höherem Grade als bei den bisher gebräuchlichen Segeln [w...] auch Versuche mit einem gewöhnlichen Segelschiffmodell und [e...] nach Angabe von Flettner ausgeführten Modell gezeigt haben, bei [d...] die Segel durch umlaufende Walzen ersetzt waren, Abb. 6 und 7. [Die] Erfolge Flettners sind also, so sehr sie auch die Fachkreise über[rascht] haben, verständlich.

Es gilt nun, die Eigenschaften des Versuchsschiffes „Buc[kau"], eines umgebauten Schoners, zu erproben, um beurteilen zu kö[nnen,] bis zu welchen Schiffsgrößen die Flettnerwalze noch verwendba[r ist] und in welchen Fällen sie wesentliche Vorteile bringt.

Die „Buckau" ist für Flauten mit einer von einem Diesel[motor] angetriebenen Schraube ausgerüstet, ist also ein Motorsegler. [Diese] Schiffsart hat nicht die Verbreitung gefunden, die man vor ei[nigen] Jahren erwartet hatte, und zwar vorwiegend aus dem Grunde, we[il die] Segelstrecke im Vergleich zu der mit Motorkraft zurückgelegten St[recke] in der Praxis zu klein war, um eine zweifache Antriebmöglichke[it zu] rechtfertigen. Das neue Schiff muß also von vornherein die [Segel-]schiffe an Schnelligkeit und Handlichkeit übertreffen, wenn es ein[e Zu-]kunft haben soll. Die Probefahrten sind dem Vernehmen nach [vor-]züglich gelungen; so hat man bei der ersten Probefahrt bei [Wind-]stärke 5 mit den Flettnerwalzen 8,2 Kn Geschwindigkeit erreicht[; das] ist für einen Schoner eine beachtenswerte Leistung. Bei der zw[eiten] Probefahrt, die am Donnerstag, dem 9. November, stattfand, stieg [die] die Windgeschwindigkeit nicht über Windstärke 3, so daß nur 4 [Kn] Geschwindigkeit erreicht wurden. Die Versuche haben bewiesen, [daß] auch Rückwärtsfahrt und Drehen auf der Stelle möglich ist. Ein[e Er-]probung bei schwerem Wetter, die die Brauchbarkeit der Anlage [...] schärfer beleuchten würde, ist bisher noch nicht erfolgt. [M 8..]

[1]) Vergl. Magnuseffekt bei Geschossen; siehe auch „Hütte" 22. Aufl. Bd. 1 S. 341 über Zirkulation und dynamischen Auftrieb bei ebenen Strömungen.
[2]) Z. Bd. 68 (1924) Nr. 36 S. 926.

Amerikanische Dampfkesselvorschriften.

Von Professor Richard Baumann, Stuttgart.

prechung wichtiger Abschnitte der neu bearbeiteten amerikanischen Leitsätze und Vergleich mit den entsprechenden deutschen Vorschriften. — Werkstoffvorschriften für Bleche, Wasserrohre, Kupfer und Messing. — Bauvorschriften und Berechnungsfertigkeit der Kesselteile.

kürzlich erschienene Dampfkesselbuch (Boiler Construction Code) des amerikanischen Ingenieurvereins (American Society of Mechanical Engineers) verdient zurzeit größere samkeit, weil wir in Deutschland mit der Neubearbeitung rial- und Bauvorschriften für Landdampfkessel beschäf-

zum Jahr 1908 galten bei uns als von Wissenschaft und nerkannte Regeln die sogenannten Würzburger und Hamrmen, die durch freie Vereinbarung der Sachverständigen ationalen Verband der Dampfkessel-Überwachungsvereine n Jahrhundert entstanden und durch jährliche Beständig auf der Höhe gehalten worden waren. 1908 entlaraus auf Drängen Preußens behördliche Vorschriften, e technischen Erkenntnisse dem Bundesrat unterstanden, Anpassung an den Fortschritt nicht mehr so rasch und erfolgen konnte, wie bisher[1]).

letzter Zeit hat sich deshalb mehr und mehr die Er- Bahn gebrochen, daß das Frühere das Bessere war[2]), chtiger ist, technische Erkenntnisse von der Behörde unzu erhalten. Der erste Schritt auf diesem Wege war, ntwortung für Bau und Werkstoff des Dampfkessels zu überweisen, die sie allein zu übernehmen vermag, dem Hersteller, was durch § 2 der allgemeinen polizeiestimmungen geschehen ist. Immer wieder aber tritt die zutage, diese klare Festsetzung dadurch zu beeinflussen, Bestimmungen für Material und Bau des Kessels in ein behördlich gefärbtes Kleid gehüllt werden. Deshalb ist immer wieder zu betonen, daß technische Erkenntnisse igen Wahrheiten sein können, also dafür gesorgt werden die Vorschriften von den Sachverständigen ohne bem Apparat dem dauernden Wechsel unterworfenen n Stand der Technik und den Bedürfnissen der Technik werden können. Deshalb erscheint es mir auch als ige, nicht von Vorschriften zu reden; denn es ist in tech- Dingen gar nicht möglich, eine für alle die vielgestaltigen des täglichen Lebens zutreffende Vorschrift zu finden. Leitsätze kann der technische Sachverständige nicht aufeshalb ist es auch das Gegebene, die Regeln für Material der Dampfkessel als L e i t s ä t z e zu bezeichnen. Das e folgenden Ausführungen noch bekräftigen.

Deutschland erscheinen die (bisherigen) Vorschriften, die Ingenieure sie beraten (bisher Deutsche Dampfkesselkommission, jetzt Deutscher Dampfkessel-Ausschuß) und erungen sie beschlossen haben, im Reichsgesetzblatt. In wurde vom Ingenieurverein ein Ausschuß eingesetzt (1911), Ergebnis seiner eingehenden Arbeiten vorlegte (1918). en Behörden von Staat und Stadt[3]), die die Festsetzungen n, d. h. zum Gesetz erhoben, erhielten das Recht, einen zu den Beratungen zu entsenden. Wir erkennen, daß rikanische Ingenieur die Bestimmungen macht und die einlädt, an der Arbeit teilzunehmen, sofern sie sich an bnis bindet. Dadurch bleiben die Bestimmungen beweg- n Sachverständigen anvertraut. Bei uns beschließt die Je mehr unsere wirtschaftliche Lage sich klärt, desto issen wir im armen Deutschland alles daran setzen, daß nik frei bleibt von jeder vermeidbaren Hemmung: D e s rauchen wir Leitsätze, keine Vorschrif-

r amerikanische Ausschuß umfaßt außer dem Vorsitzenden Schriftführer zwei Vertreter der Versicherungsgesell- (an Stelle unsrer Überwachungsvereine, wenn auch die ten sich nicht decken[4]), zwei Vertreter der Kesselbesitzer, treter der Eisenbahnen, einen Vertreter der beratenden In-, einen Vertreter der Industrie, vier Vertreter der Dampfkesselfabriken, je einen Vertreter der technischen Schulen, der Eisenhüttenleute, der technischen Presse, des landwirtschaftlichen Maschinenbaues sowie der Versuchsanstalten, zwei Vertreter der Heizkesselfirmen und einen Vertreter der staatlichen Überwachungsbehörden. Besondere Ausschüsse sind für Materialfragen, Handhabung der Überwachung und Rohrleitungen bestellt.

Aus dem Bericht an den Vereinsvorstand sei folgendes angeführt. Die Regeln sollen die Entwicklung neuer Bauarten und die Verwendung neuer Baustoffe nicht behindern. In Zweifelfällen erteilt der Ausschuß Auskunft über die Auslegung. Der Ausschuß will in keiner Weise Werturteile über die einzelnen Bauarten fällen und in keiner Weise das Recht des Kesselbauers beschränken, Bauart und Ausführung frei zu wählen, soweit kein Widerspruch mit den aufgestellten Regeln entsteht. D a s H a u p t z i e l i s t d i e S i c h e r h e i t d e s D a m p f k e s s e l b e t r i e b s unter Berücksichtigung der Verhältnisse, die im Kesselbau und Kesselbetrieb herrschen, derart, daß alle Härten vermieden werden sollen, die durch zu starkes Abweichen von den herrschenden Gepflogenheiten entstehen könnten. Wird dazu die Anweisung genommen: „Selbstverständlich soll der Abnahmebeamte alle Baustoffe und Arbeiten in allen Einzelheiten genau prüfen, auch ohne daß eine Regel ihm dies vorschreibt (S. 161), er soll sich stets auf die Bestimmungen stützen, wo sie anwendbar sind", so entsteht das Bild eines selbständigen sachverständigen Vorgehens, wie es oben als wünschenswert bezeichnet ist.

Im Hinblick auf den verfügbaren Raum muß die folgende Besprechung des 198 Seiten umfassenden Buches sich auf wenige Punkte beschränken, damit diese einigermaßen gründlich behandelt werden können. Den deutschen Gepflogenheiten gemäß sei mit den

Materialvorschriften

begonnen.

B l e c h e.

Zur Besichtigung soll der Abnahmebeamte als Vertreter des Käufers jederzeit Zutritt zum Werk des Herstellers erhalten, der ihm jeden wünschenswerten Aufschluß über ordnungsmäßige Lieferung zu erteilen hat. Abnahmeprüfungen sollen, s o f e r n n i c h t a n d e r s v e r e i n b a r t, beim Hersteller erfolgen und den Fortschritt der Arbeit nicht unnötig hindern.

Der K ä u f e r hat also die Prüfung zu machen und kann sie auch außerhalb des Lieferwerkes vornehmen, wenn so vereinbart. Die W e r k b e s c h e i n i g u n g, die manche Kreise bei uns immer noch wünschen, kommt also nicht in Betracht.

Unterschieden werden F e u e r b l e c h e und B ö r d e l b l e c h e, beide sollen im Flammofen erzeugt sein und folgende chemische Zusammensetzung haben:

		Bördelblech	Feuerblech
Kohlenstoff	bis 19 mm dick	—	≤ 0.25 vH
	über 19 „ „	—	< 0,30 „
Mangan	bis 19 „ „	0,30 bis 0,60 vH	0.30 bis 0.50 „
	über 19 „ „	0,30 „ 0,60 „	0,30 „ 0,60 „
Phosphor	sauer	< 0,05 „	≤ 0.04 „
	basisch	≤ 0,04 „	≤ 0,035 „
Schwefel		≤ 0,05 „	≤ 0,04 „

Bei uns bestehen Vereinbarungen über die chemische Zusammensetzung nicht.

Zugfestigkeit und Dehnung; Streckgrenze:

	Bördelblech	Feuerblech
Zugfestigkeit kg/mm²	38,67 bis 45,70	38.67 bis 45,70
Streckgrenze mindestens . .	½ der Zugfestigkeit	
Dehnung auf 200 mm[5]) vH mindestens	$1050 : K_z$	$1035 : K_z$

doch mindestens 25 vH für Feuerblech von 19 mm Dicke. Auch soll die Zugfestigkeit am Kopfende des Feuerbleches nicht über 49,21 kg/mm² betragen.

Für über 19 mm dicke Bleche darf die Dehnung abnehmen bis 20 vH, wie Abb. 1 zeigt. Diese Zahlen nötigen, um den Vergleich mit unseren Bedingungen zu ermöglichen, zu folgenden Bemerkungen: Die Größe der an einem Stab auf einer gewissen

[1]) ber die Bemühungen, das Entstehen b e h ö r d l i c h e r, ins einzelne Vorschriften fernzuhalten, vergl. z. B. C. Bach, Z. Bd. 49 (1905) S. 111 Vorwort der Baumannschen Schrift: Die Grundlagen der deutschen und Bauvorschriften für Dampfkessel.

[2]) Jahre 1922 faßte der allgemeine Verband sämtlicher deutschen Übervereine einstimmig einen dahingehenden Beschluß. Leider vergebieres s. Geschäftsbericht des Württ. Revisionsvereins über das Jahr u. f.

[3]) isher 20 Staaten, 15 Städte.

[4]) er stärkere Einfluß wirtschaftlicher Rücksichten bei der Überwachung urf, Herstellung und Betrieb der Kessel wird nicht unterschätzt wern. Er kann stark erzieherisch wirken.

[5]) Bleche bis 6 mm Dicke 150 mm.

Meßlänge gemessenen Dehnung hängt bekanntlich von der Querschnittgröße ab. Bis vor wenigen Jahren hatte bei uns der Probestabquerschnitt möglichst 300 mm² zu betragen. Vor zwei Jahren ist aber beschlossen worden, daß die Probebreite betragen dürfe bei:

Blechdicken bis 10 mm	60 mm, d. h. Querschnitt bis	600 mm²,
„ von 10 „ 25 „	50 „ „ „ „ „	1250 „
„ über 25 „	40 „ „ „ „ „	2400 „

sofern Blechdicken bis 60 mm betrachtet werden. Die amerikanischen Vorschriften verlangen dagegen eine Probestabbreite von 1½″, entsprechend bei:

Blechdicken bis 10 mm	einem Querschnitt bis	380 mm²,
„ „ 25 „	„ „ „	950 „
„ „ 60 „	„ „ „	2300 „

Um den Einfluß dieser Querschnittgrößen auf die beim Versuch ermittelte Dehnung beurteilen zu können sowie einen Vergleich zu erlangen, welche Dehnung sich für einen Probestab mit 300 mm² Querschnitt aus demselben Material ergeben würde, welcher Wert für den Ingenieur den eigentlichen Maßstab bildet, da dieser im allgemeinen nicht weiß, daß der Einfluß der Stabform wesentlich ist, kann die Beziehung

$$\varphi = y\,\varphi_{200}$$

verwendet werden[1]), in der bedeutet

φ den gesuchten vergleichbaren Dehnungswert,
y einen Zahlenwert nach Abb. 2,
φ_{200} die am Probestab auf 200 mm gemessene Dehnung.

Am wichtigsten ist es, auf welchen Betrag sich die untere Grenze von 20 vH ändert. Wir erhalten:

Stabquerschnitt	300	380	600	950	1250	2300	2400	mm²,
Zahlenwert y	1	0,98	0,90	0,82	0,77	0,67	0,65	
Dehnungswert φ	**20**	19,6	18,0	16,4	15,4	**13,4**	**13,0**	vH.

Abb. 1. Zulässige Abnahme der Dehnung für dicke Bleche.

Abb. 2. Umrechnungszahl für vergleichbare Dehnungswerte.

Wenn also die Prüfung 20 vH Dehnung ergibt, eine Forderung, die aus der Zeit stammt, wo die Bleche 10 bis 20 mm dick waren, die Stabquerschnitte etwa 300 mm² betrugen ($y = 1$), so bedeutet das für die dicken heutigen Bleche die ganz ungenügende Dehnung von etwa 13 vH. Bei uns sind zurzeit Versuche im Gang, um die Frage zu klären, ob denn überhaupt eine so weitgehende Verminderung der Dehnungswerte für die dicken Bleche nötig ist; bisher vorliegende Erfahrungen bestätigen das nicht. Um diese Verhältnisse noch anschaulicher zu machen, ist Abb. 3 angefügt, die ermöglicht, jeden auf 200 mm bei verschieden dicken Stäben gemessenen Dehnungswert auf den vergleichbaren Wert für 314 mm² Querschnitt zurückzuführen $(\varphi_{11,3}\sqrt{f})$. Wird z. B. an einem Stab mit 2000 mm² Querschnitt eine Dehnung auf 200 mm Länge von 37 vH abgemessen, so zeigt die mittlere Linie, daß dies bei 314 mm² Querschnitt der Dehnung 25 vH entspräche.

Als weitere Zähigkeitsprobe sehen die amerikanischen Bestimmungen die Kaltbiegeprobe vor, die bei uns verlassen ist. Unsere Vorschriften enthalten dagegen die sogenannte Hartbiegeprobe. Ursprünglich bestimmt, eigentlich härtbare Bleche auszuschließen, ist die Probe heute geeignet, gerade Bleche ganz geringer Zugfestigkeit von gewissen Eigenschaften auszuschließen[2]), die nur ganz geringe Härtesteigerung zeigen. Es erscheint deshalb wichtig, die Bezeichnung Abschreckbiegeprobe zu wählen, wie auch die Amerikaner für das weiche Nieteisen (Zugfestigkeit 31,50 bis 38,67 kg/mm²) die gleiche Probe als quench-bend-test bezeichnen. Feuerblech darf keine unganzen Stellen von mehr als 6 mm Länge aufweisen. Zur Feststellung dient eine besondere Kerbbiegeprobe. Eine solche Bestimmung fehlt bei uns, sie wäre nicht unzweckmäßig.

Bemerkenswert ist die hohe untere Grenze für die Zugfestigkeit (38,67 kg/mm²) gegenüber unsern 34 kg. Die Bestrebungen,

[1]) Vergl. Z. Bd. 60 (1916) S. 854 u. f.
[2]) Vergl. Heft 135 u. 136 der Mitteilungen über Forschungsarbeiten.

Abb. 3. Zurückführung der gemessenen Dehnung auf 314 m[m²] Stabquerschnitt.

die untere Grenze bei uns zu heben, dürften Erfolg ha[ben] erwähnen ist jedoch, daß die amerikanischen Vorschr[iften] Verwendung von Blechen geringer Zugfestigkeit ausdrüc[klich zu]lassen.

Verlangt werden in jedem Walzblech: eine Zugpr[obe] vom Fußende, eine Biegeprobe quer von der Mitte des K[opfendes], für Feuerblech dazu eine Zugprobe längs auf der Seite des F[ußendes] (nur Zugfestigkeit). Aus Feuerblech müssen einfach all[e Kessel]teile gemacht werden, die dem Feuer oder den Verbrenn[ungspro]dukten ausgesetzt sind und unter Druck stehen. Unse[re wirt]schaftliche Lage verlangt ein[gehendes] Eingehen, Trennung der vor[kommenden] Beanspruchungsgrade, so daß [...] Blech des ersten Feuerzuges — u[...] kennzeichnen, sind Temperatur[en der] Heizgase bis 700 °C vorgeschlage[n] — besonders behandeln müssen [...] nötigt sind, Bleche weit höherer Z[ugfestig]keit zur Anwendung vorzuseh[en], natürlich zur Voraussetzung [...] Konstruktion und Ausführung [...] Eigenschaften abgestellt sind. [...] auch für die neuzeitlichen Sonder[...]

Wie die amerikanischen Be[stimmun]gen ohne Angabe der Festigk[eitsunter]schiede innerhalb der einzelnen Blechtafeln auskomm[en], dahingestellt bleiben.

Von den übrigen Baustoffbestimmungen seien nur [...] geführt:

Wasserrohre.

Nach der chemischen Zusammensetzung werden R[ohre mit] 0,08 bis 0,18 und solche mit weniger als 0,03 vH Kohlenst[off] unterschieden (letztere weniger als 0,02 vH Phosphor und [...] Schwefel).

Für die mechanische Prüfung sind eingehende Anga[ben für] die Bördelprobe gemacht, für die das aus Abb. 4 und 5 [hervor]gehende Werkzeug angegeben ist, das Nachahmung verd[ient]. [Die] Biegeprobe ist ähnlich wie bei uns, doch soll bei geschweiß[ten ...]wandigen Rohren die Nietnaht an der Stelle der schärfsten [...] liegen. Außerdem kann eine Stauchprobe in axialer Ric[htung an] Abschnitten von 60 mm Länge verlangt werden.

Die Kaltwasserdruckprobe ist mit allen Rohren vorz[u...] (bei uns 2 vH), und zwar bis 125 mm Dmr. mit 70, dar[...]

a äußerer Dmr. des Rohres — 5/8″
b „ „ „ „ — 3/8″
c „ „ „ „ + 3/16″

a äußerer Dmr. des Rohres [...]

Abb. 4 und 5. Bördeleisen und Gesenk.

at. Übersteigt aber die Beanspruchung 11,25 kg/mm², Prüfungsdruck betragen

$$p = 2250\, s : D \text{ at.}$$

Vorschriften enthalten diese zweckmäßige Bestimmung heute vorgeschriebene dreifache Betriebsdruck kann Schädigung des Rohres bei der Prüfung führen, wenn ebsdrücke benutzt werden.

rkenswert erscheinen auch die eingehenden Vorschriflie zulässigen Abweichungen von Dicke, Durchmesser eit. Beiden Bestimmungen fehlen Vorschriften über die und Dehnung des Rohrmaterials, die bei den kommenden icken unentbehrlich sein werden.

ahtlosen Rohre reichen bis 150 mm (bei uns 216 mm), thält der Abschnitt Rohrleitungen Durchmesser bis

wegen der Verminderung der Zähigkeit kalt über- Eisens bei Einwirkung höherer Wärmeabgabe heute Vorschrift, daß die Rohre auszuglühen sind, fehlt.

Kupfer, Messing.

esonderer Abschnitt ist dem Kupfer gewidmet, das in uvorschriften in drei Absätzen etwas zu kurz behandelt hier wird allerdings der Einfluß der Temperatur gründndelt als in den eingehenden amerikanischen Bestimie auch Arsenkupfer betreffen. Bemerkenswert ist die e Warmbiegeprobe bei 500 bis 700 °C neben der Kalt-

ben über Messing fehlen bei uns bisher ganz. Die chen Bestimmungen erwähnen auch die Bedeutung und s zu starken Kaltziehens, die immer noch oft verkannt

die Angaben über Grau-, Temper-, Stahlguß sei nicht n.

Bauvorschriften.

Bestimmungen gelten für ortfeste Hochdruckkessel (ein- Lokomobilen und dergl.). Naturgemäß können in dieser ng nur einzelne Punkte behandelt werden. Im allgelt auf, wie weit die Bestimmungen ins Einzelne gehen enig ihre Fassung geeignet ist, dem Gebraucher eine g zu geben. Empirische Regeln lassen sich ja nicht aber unsere Bauvorschriften lassen in vielen wichtigen h ohne weiteres erkennen, daß sie aus den Erkennt- Festigkeitslehre hervorgegangen sind, so daß sie der mit bewußtem Denken verwenden kann. So gewinnen indruck, daß bei Aufstellung der amerikanischen Regeln rechnen war, daß sie öfter von Technikern angewendet ie gewöhnt sind, nach Formeln zu arbeiten, über deren ommen sie keinen Aufschluß verlangen, während die Fachgenossen gerade darauf Wert legen. Trifft diese g zu, so bedeutet das nichts anderes als den Beweis für berlegenheit der wissenschaftlichen Ausbildung der Ingenieure. Im allgemeinen führen die amerikanischen größeren Wandstärken als unsere Vorschriften, was an eispielen gezeigt werden soll.

Berechnungsfestigkeit für zylindrische ist, sofern nicht Sondermaterial besonders geringer verwendet wird, gleich dem unteren Wert der zu- Festigkeit, d. h. 38,67 kg/mm² zu setzen. Unsre Vordagegen stufen die Berechnungsfestigkeit je nach der senen Festigkeit ab und gehen wesentlich höher, was im Wesen der fortlaufenden Entwicklung liegen dürfte führt, daß übermäßige Wandstärken vermieden werden Ebenso wird für die Scherfestigkeit der Niete, die der g zugrunde zu legen ist, bei Schweißeisen 26,60, bei 30,80 kg/mm² angegeben, während bei uns die Zahlen 27,20 und 37,60 kg/mm² liegen. Die Niete fallen also a stärker aus. Auch die Mindestdicken der Bleche (bei) sind anders geregelt, und zwar

mr. bis 920	920 bis 1370	1370 bis 1820	über 1820 mm
echdicke 6,3	8	9,5	13 „

ür doppelte Überlaschung sollten folgende Dicke haben:

e	6	19	25	38 mm	über 38 mm
cke	6	13	17,5	25 „	2/3 der Blechdicke.

Rohrplatten ist die (auffallend geringe) Dicke vom chmesser (bei uns vom Heizrohrdurchmesser) abhängig

esser

and bis 1100	1100 bis 1400	1400 bis 1900	über 1900 mm
e 10	11	13	15 „

Die zulässigen Betriebsdrücke für Wasserrohre sind durch Zahlentafeln festgelegt, die z. B. für nahtlose Rohre der Formel

$$p = \frac{s-1}{D} \cdot 1265 - 17{,}5 \text{ kg/cm}^2 \text{ [1]}$$

entsprechen (Zahlen abgerundet bei der Umrechnung, s = Wanddicke, D = Außendurchmesser der Rohre); für geschweißte Flußeisenrohre gilt

$$p = \frac{s-1}{D} \cdot 984 \text{ kg/cm}^2.$$

Eine Ergänzung unserer Vorschriften in dieser Richtung dürfte freilich unter Zugrundelegung sachlicher Gesichtspunkte zu erwägen sein. Für Heizrohre fehlen Angaben.

Für Rohrleitungen sind entsprechende Bestimmungen vorhanden, die für Temperaturen bis 400 °C (Fluß- und Schweißeisen) bzw. 208 °C (Kupfer und Messing) gelten sollen. Für Speisewasserleitungen sind um 20 vH geringere Drücke zugelassen. So zweckmäßig es ist, Temperaturgrenzen der bezeichneten Art einzuführen, so unwahrscheinlich ist es, daß für die heute in Betracht kommenden Dampftemperaturen von etwa 150 bis 400 °C mit einer Zahlenangabe auszukommen ist. Entweder fällt die Beanspruchung für 150 ° überflüssig klein aus oder sie übersteigt bei 400 ° das richtige Maß. Es wird sich auch in unseren Vorschriften als notwendig erweisen, die zugelassene Belastung von der Temperatur abhängig zu machen und auf das Verhalten des Materials in höheren Wärmegraden einzugehen. Hierzu sind wir um so mehr veranlaßt, je mehr wir genötigt sind, wirtschaftlich richtig zu bauen.

Für Schrauben fehlen Angaben. Unsere Vorschriften erscheinen mit Rücksicht auf die Erwärmung ergänzungsbedürftig etwa derart, daß, wenn die Dampftemperatur 300 °C übersteigt, eine bestimmte Verminderung der zugelassenen Belastung erfolgt, sofern nicht höhere Wertigkeit des Schraubenmaterials nachgewiesen ist.

Zylindrische Kesselteile. Der Betriebsdruck beträgt

$$p = \frac{K\, s\, Z}{r\, x}$$

(K Berechnungsfestigkeit, wie oben bestimmt, s geringste Wanddicke an der schwächsten Stelle, Z Wirkungsgrad der Längsnaht der Rohrwände an der schwächsten Stelle, r Innenhalbmesser, sofern die Wandstärke nicht größer als $^1/_{10}$ des Halbmessers, andernfalls Außenhalbmesser, x Sicherheitszahl, für neue Kessel $= 5$, bei alten Kesseln ≥ 5.

Unsere Vorschriften sehen einen Zuschlag für Rosten vor (zurzeit 1 mm), anderseits gehen sie mit der Zahl x bis 4 (nahtlose Trommeln, Doppellaschen, Nähte) herunter, begünstigen also die bessere Ausführung.

Der Bestimmung des Wirkungsgrades Z sind in einem Anhang sieben Seiten Beispiele gewidmet, die für Anfänger recht zweckmäßig erscheinen, aber jeden Hinweis darauf vermissen lassen, daß die tatsächliche Beanspruchung der einzelnen Niete je nach der Anordnung (und Ausführung) von dem Ergebnis der schematischen Rechnung verschieden stark abweichen muß.

Eingehende Bestimmungen gelten den Abständen der Löcher von den Blechkanten, der Abschrägung der letzteren usf. Für Rundnähte darf Entlastung durch Anker u. dergl. angenommen werden, bis ihre Widerstandsfähigkeit noch 35 vH der Längsnaht (statt 50 vH ohne Anker) beträgt.

Überlappungsschweißungen in Blechen von 31,50 bis 38,67 kg/mm² dürfen mit 24,50 kg/mm² bewertet werden (bei uns zurzeit 70 vH, das sind 22 bis 27 kg/mm² bzw. mehr für höhere Blechfestigkeit). Verschmelzung (autogene Schweißung) darf angewendet werden, sofern die wirkenden Kräfte durch besondere Konstruktionsteile aufgenommen werden und die Sicherheit des Kessels nicht von der Widerstandfähigkeit der Schmelzstelle abhängt. Diese Bewertung entspricht nicht den Auffassungen aller deutschen Fachgenossen, obwohl sie das Richtige treffen dürfte. Allerdings muß dafür gesorgt sein, daß die verlangten tragenden Teile nicht statt der angestrebten Sicherheit eine Schädigung herbeiführen, wie es leicht durch die sogenannten Sicherheitslaschen geschehen kann. Dem gesunden Empfinden des Konstrukteurs dürften solche Zwittergebilde nicht zusagen. Wir ziehen es vor, so zu bauen, daß die gewählte Verbindung ihrer Aufgabe gewachsen ist, ohne fremder Hilfe zu bedürfen. Nahtlose Trommeln, Mäntel und Dome mit oder ohne angeschmiedete Böden sind zulässig, wenn der Baustoff den Anforderungen für Mantelbleche entspricht. Über die Zahl x ist nichts Besonderes bemerkt, sie wird also 5 betragen sollen.

[1] für $D = 82$ mm ($3^1/_4$''), $s = 3$ (0,120'') wird p = rd. 14 kg/cm², entsprechend der Zugbeanspruchung 180 kg/cm².

Längsnähte an Trommeln von 920 mm Dmr. an sollen doppelt gelascht sein, außer wenn Mantel und Feuerbüchse durch Stehbolzen verbunden sind, engere Trommeln können für Drücke bis 7 at überlappt genietet sein. Bei uns wird die Zahl x zur Bewertung der Nietart herangezogen, doch scheint der amerikanische Vorgang beachtenswert. Blechenden und Laschen dürfen nicht durch Schläge gebogen werden. Diese Vorschrift dürfte nicht ganz ausreichen.

Bei Trommeln mit reihenweise geordneten Rohrlöchern wird die Schwächung für die ganze Mantellinie durchschnittlich gerechnet, für andre Anordnung der Rohrlöcher ist eine Kurventafel beigegeben.

Dome von 610 mm Dmr. an erhalten doppeltgelaschte Längsnähte oder werden nahtlos gepreßt, Krempennaht zweireihig; kleine Dome, für die das Produkt aus Innendurchmesser und Betriebsdruck unter 465 mkg liegt, können einreihige Krempennähte und überlappte Längsnaht mit $x \geq 8$ erhalten. Der Krempenhalbmesser soll für Bleche bis 25 mm Dicke mindestens das Doppelte, für dickere Bleche das Dreifache der Blechstärke betragen. Eine solche schematische Behandlung der Domberechnung erscheint ungenügend, da sie nicht allen tatsächlichen Verhältnissen gerecht zu werden vermag, aber doch geeignet, den Konstrukteur vom Nachdenken über diese abzuhalten.

Der Ausschnitt für Dome oder Mannlöcher soll durch Krempe oder Stemmring (nach Abzug der Nietlöcher) im Querschnitt ausgeglichen sein. Vom Domblech darf ein Stück von der Höhe gleich dreifacher Dicke angerechnet werden.

Abb. 6 und 7. Bestimmung der Größe der tragenden Fläche.

Diese Angaben entsprechen dem bei uns Üblichen; daß Aufnahme in unseren Bauvorschriften nicht erfolgte, erscheint richtig.

Kugelige Böden mit innerem Überdruck erhalten die Wanddicke

$$s = \frac{5{,}5\,p\,r}{200\,k} + 3\text{ mm}$$

(p Überdruck, r Wölbungshalbmesser, mindestens 80 vH des Trommeldurchmessers, k Zugfestigkeit), was gegenüber unserer Vorschrift

$$s = \frac{p\,r}{200\,k}$$

mit $k = 6{,}5$ für Flußeisen eine um 3 mm größere Wandstärke bedingt, wofür ein Grund kaum vorliegen dürfte. Wichtig ist der Krempenhalbmesser, der innen mindestens 38 mm, höchstens 100 mm, innerhalb dieser Grenzen mindestens 3 vH von r betragen soll.

Böden mit äußerem Überdruck erhalten bis 60 vH der nach obiger Berechnung bestimmten Belastung. Diese Vorschrift deutet zwar auf eine gewisse Abneigung hin, die Belastung durch äußeren Überdruck anzuwenden, kennzeichnet jedoch in keiner Weise die Gefahr der Einbeulung, die maßgebend ist und die der Konstrukteur bei der Ausführung im Auge behalten muß. Weitere Versuche über diese wichtige Frage sind bei uns in Fortsetzung der grundlegenden Bachschen Arbeit zurzeit im Gang.

Mannlochböden sind um 3 mm zu verstärken, sofern sie nicht gekrempt sind. Der Abstand mehrerer Mannlöcher muß mindestens ¼ des Bodendurchmessers betragen. Ebene Flächen sind durch eine Bestimmung begrenzt.

Abb. 8. Versteifung durch Eckank

Für ebene Wandungen mit Stehbolzen u steifungen gilt

$$p = \frac{c\,s^2}{a^2}$$

(s Wanddicke, a größter Abstand gerader Linien durch d der Stehbolzenreihen, $c = 2000$ für eingeschraubte und Stehbolzen in Platten bis 11 mm Dicke, $c = 2200$ in Pla 11 mm Dicke, $c = 2500$ für Stehbolzen mit beiderseitigen ohne Unterlagscheibe, $c = 2750$ für Stehbolzen mit Kö mindestens das 1,3fache des Durchmessers der Stehbolz bei sauberer Arbeit, $c = 3200$ für Stehbolzen mit beid Muttern und Unterlagscheibe, deren Durchmesser m 0,4 a beträgt, Dicke $\geq s$).

Unsere ganz gleich gebaute Vorschrift liefert etwa Wanddicken. Die Zahl c hängt bei uns in hohem Ma ab, ob die Köpfe von Wasser oder Heizgasen berührt

Stehbolzen (die Beanspruchung soll 4,25 kg/m übersteigen) sollen angebohrt sein, wenn die Rostfläc übersteigt und die Stehbolzen nicht beweglich sind.

Für gewölbte, durch Stehbolzen verstärkte W Feuerbüchsdecken von Lokomotiven, sind besondere R geben.

Die Frage der Ankerbelastung bei ebenen B teilweise als Rohrplatten dienen, ist vom Internationalen der Dampfkessel-Überwachungsvereine vor dem Krieg i genommen worden. Die in Stuttgart ausgeführten Versuc ergeben, daß ein Teil der Bodenbelastung unmittelba Kesselwand übertragen wird, also nicht auf die Anke In Übereinstimmung hiermit sehen die amerikanischen mungen vor, daß die zu tragende Fläche (vergl. Abb. 6 u grenzt sei durch den Streifen von der Breite d = Krempe ser, höchstens 8 × Blechdicke oder

$$d = \frac{21\,s}{\sqrt{p}}.$$

Die Größe der zu entlastenden Fläche beträgt

$$\frac{4}{3}(H - d - 2'')^2 \sqrt{\frac{2(R - d)}{H - d - 2''} - 0{,}608} \text{ Quadratzo}$$

(H, d, R in " vergl. Abb. 6 und 7).

Rohrplatten von Heizrohrkesseln bilden de stand zahlreicher Bestimmungen. Die Teilungen für S und Anker sind in Abhängigkeit von der Blechdicke a z. B. für 7 at bei 10 mm Wanddicke Abstand der S $\leq$ 160 mm, für 14 at bei 13 mm Wanddicke Stehbolz $\leq$155 mm, für 21 at bei 18 mm Blech Abstand $\leq$ 180 Über die zu verankernden Flächen s. o. Die zuläs anspruchung der Anker hängt von Herstellungsart u Länge ab. Wo die Feuerbüchsdecken nicht aufgehä ist eine Angabe gemacht, die die Druckbeanspruch Stege zur Grundlage hat, was aber nicht ausgesprochen die Behandlung der Rohrenden ist eingehend Bestimn troffen.

Abb. 9 und
Versteifu
durch Wi

Konstruktionen der in Abb. 8 dargestellten Art dürften besser notwendige Übel betrachtet, aber nicht näher erörtert werden. Versteifung durch Winkel nach Abb. 9 und 10 ist für Kessel 0 mm Dmr. und 7 at zulässig.

Flammrohre nach Adamson. Krempenhalbmesser ...tens 3 × Blechdicke, Breite der ebenen Flanschen außer... der Krempe ≥ 3 × Nietdurchmesser, Tiefe des Adamson-Ringes zwischen den Flanschen ≥ 3 Nietdurchmesser;

$$p = \frac{4}{d}\,(300\,s_1 - 1{,}03\,l)\ \text{kg/cm}^2$$

...anddicke, l Länge eines Abschnittes, d Außendurchmesser), ...h

$$s_1 = \frac{p\,d}{1200} + \frac{1{,}03\,l}{300}.$$

Unsere Vorschrift lautet

$$s = \frac{p\,d}{2400}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{a}{p}\,\frac{l}{(l+d)}}\right) + 2\ \text{mm},$$

$a = 50$ bis 100 je nach den näher bezeichneten Umständen ist. ...findet sich bei $d = 1000$ mm, $p = 10$ at und

$l =$	50	500	5000 mm
$s_1 =$	8,4	9,9	25,3 mm,

$l =$	50	500	5000	mm
$s =$	10,8 bis 11	12,7 bis 14,6	15,5 bis 18,5 mm.	

Die amerikanische Bestimmung liefert also für lange unver... Rohre erheblich größere Blechdicken s_1 als unsere seiner... von Bach aus Versuchen abgeleitete Beziehung. Unsere Be...ug gewährt der besseren Ausführung Vorteile durch Wahl kleineren Wertes von a.

Für Wellrohre setzen die amerikanischen Bestimmungen

$$p = x\,\frac{s_1}{d} \quad \text{oder} \quad s_1 = \frac{p\,d}{x}$$

...ttlerer Durchmesser, $x = 1000$ für Fox- und Purvesrohre, ...e mit Wellentiefen ≤ 57 mm, Wellenlänge ≤ 200 mm, $x =$ ... für Morrisonrohre, $x = 1250$ für Leedsrohre usw.).

Unsere Vorschrift

$$s = \frac{p\,d}{1200} + 2,$$

...kanntlich aus der eben angeführten mit $l = 0$ hervorgeht, ...der Abzehrung mit 2 mm Rechnung und entspringt der Auf...ng, daß die Wellrohre nur auf Druck, nicht auf Einbeulungs...r zu berechnen seien, wofür unter Berücksichtigung der ...everhältnisse 600 kg/cm² zugelassen werden könnten.

Bemerkenswert sind die amerikanischen Bestimmungen über ...achmessung der Blechdicken der Wellrohre.

Rohrlöcher sollen entweder aus dem Vollen gebohrt oder ...¼" enger gestanzt und aufgebohrt werden. Dies steht im ...spruch zu der Bestimmung, daß Nietlöcher in über 16 mm ...n Blechen nicht gestanzt werden dürfen.

Niete. Alle Löcher sollen am zusammengebauten Kessel gebohrt werden (in 8 bis 16 mm dicke Bleche können die Löcher 6 mm kleiner gestanzt und dann aufgebohrt werden). Besonders vorgeschrieben ist, daß Bleche und Laschen in Längsnähten nach dem Bohren und Aufreiben zur Entfernung der Späne und Grate auseinander zu nehmen sind. Die Nietschäfte sollen die Löcher füllen. Der Nietdruck ist so lange aufrecht zu erhalten, bis kein Teil des Kopfes bei Tageslicht mehr rot aussieht. Ehe eine Heftschraube gelöst wird, ist rechts und links ein Niet einzuziehen. Für die Nietköpfe sind acht verschiedene Formen angegeben, die jedenfalls recht verschiedenwertig sind (vergl. Abb. 11 bis 18), ohne daß darüber etwas bemerkt wäre. Über die Höhe des Nietdruckes ist nichts angegeben (obwohl, soweit bekannt geworden, eine Angabe geplant war). Nietköpfe dürfen, wie an anderer Stelle gesagt ist, höchstens um ¹/₅ des Schaftdurchmessers einseitig sitzen.

Abb. 11 bis 18. Verschiedene Formen von Nietköpfen.

Auf den übrigen Inhalt des Buches sei nur verwiesen unter Hervorhebung, daß der fertige Kessel eine Kaltwasserdruckprobe (Wassertemperatur ≥ 20 °C) mit dem anderthalbfachen des Betriebsdruckes erfahren soll. Für sehr hohe Drücke könnte dies wohl leicht zu einer Schädigung führen. Wertvoll sind die eingehenden Hinweise, auf was bei der Bauüberwachung neuer und bei der Besichtigung betriebener Kessel besonders zu achten ist. Erwähnt sei, daß Stehbolzen womöglich unter Gegenhalten in der Längsrichtung abzuklopfen sind, ebenso auch Heizrohre auf Abzehrung gegen den Rost hin. Daß hierzu ein recht feines Gefühl und Gehör nötig ist, um Erfolg zu haben, ist bekannt. Im übrigen enthalten die Angaben nichts Neues.

Bei der Neubearbeitung unserer Material- und Bauvorschriften wird es die Aufgabe der beteiligten Ingenieure sein, die amerikanischen Bestimmungen, deren erste Ausgabe nach siebenjähriger Arbeit 1918 erschienen ist, und deren zweite Ausgabe nun vorliegt, sorgfältig zu prüfen, Einzelheiten, wenn sie zweckmäßig sind, zu entnehmen und im übrigen dafür Sorge zu tragen, daß wir durch gründliche, vor unzulässiger Beschleunigung bewahrte Arbeit noch einen weiteren Schritt voraustun. [B 830]

Noteindämmung des Missouri.

...twas oberhalb Glasgow (Mo) bildet der Missouri eine Schleife, die ...uß unter Durchbrechung des schmalen Landstreifens abzuschneiden ...t, nachdem er schon vor einer Reihe von Jahren unter allmäh... Zerstörung einer nicht unterhaltenen Uferbefestigung in das süd... Ufer oberhalb der Krümmung eingebrochen war. Im vergangenen ...hr sollten die Schutz- und Befestigungarbeiten beginnen, und zwar ... 18 Buhnen von je 30 bis 60 m Länge, die aus miteinander ver...nen Baumstämmen bestanden, von der Wasseroberfläche bis auf ...rund reichten und durch Drahtkabel an versenkten Betonpfeilern ...ußbett verankert waren, längs der besonders gefährdeten Ufer...e hergestellt werden; diese sollten den Strom vom Ufer ableiten ...urch Vernichtung seiner Geschwindigkeit eine Anlandung bewirken. ...rbeiten wurden jedoch infolge der Vielköpfigkeit der beteiligten ...en erst am 1. April in Angriff genommen und sehr langsam ge...t. Trotz einiger Behelfsmaßnahmen nahm der Angriff zu, es er... plötzlich ein Einbruch von 30 m Länge und 10 m Breite, und am ... hatte die Zerstörung die am Ufer entlang führende Chicago- und Eisenbahn bis auf 25 m Abstand erreicht. Um den Durchbruch ...isenbahndammes zu verhüten, mußte man alle irgend möglichen, ...hnell greifbaren Mittel anwenden. Mittels eines Eisenbahnkranes ...ines Hebefahrzeuges der Wasserbauverwaltung wurden etwa 6 m ...Ufer entfernt alte eiserne Kohlenwagen versenkt, deren Zwischen... mit Weidengestrüpp ausgefüllt und das Ufer mit Sandsäcken ...Steingeröll belastet. Am 1. Juli waren 116 Kohlenwagenkörper ...35 Wagenladungen mit Steingeröll versenkt. Damit war die größte Gefahr beseitigt. Während dieser Zeit wurden die Buhnen fertiggebaut. Durch Verlängerung dieser Buhnenanlage soll die Stromrinne des Flusses nach Norden gedrängt werden, damit eine jetzt nördlich einer Sandbank am Nordufer verlaufende Rinne zur Hauptstromrinne erweitert und das Südufer gegen künftigen Abbruch genügend stark gesichert wird. („Engineering News-Record" Bd. 93 (1924) Nr. 10) [N 847] Bu.

Mittel und Wege zur Steigerung des Elektrizitätsverbrauches.

Sondertagung der Vereinigung der Elektrizitätswerke am 25. und 26. November 1924.

Die in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg am 25. November vorm. 9 Uhr beginnende Tagung umfaßt folgende Vorträge:

Dr. Passavant: Einleitungsvortrag; Dr. Lulofs: Die Elektrizität im Haushalt; Dr. Wolf: Wärmespeicherung; Dipl.-Ing. Lilienthal: Anwendung der Elektrizität zur Lüftung, Kühlung und Kälteerzeugung; Dipl.-Ing. Ritter: Verwendung von Wärmespeichern in der Küche; Dr.-Ing. Siegel: Werbetätigkeit; Dr. Finckh: Steigerung der elektrischen Beleuchtung; Dr. Adolph: Schaufenster- und Reklamebeleuchtung (mit Trickfilmen); Dr.-Ing. Bloch: Straßenbeleuchtung; Dir. Petri: Elektrizität in der Landwirtschaft; Dr. Beckmann: Akkumulatorenfahrzeuge als Stromabnehmer.

Mit der Tagung ist eine Ausstellung im Lichthofe der Technischen Hochschule verbunden. Anmeldungen sind an die Vereinigung der Elektrizitätswerke, Berlin W, Wilhelmstr. 37, zu richten. [N 877]

Ein Beitrag zur Theorie des Schlickschen Schiffskreisels.[1]

Von Dr.-Ing. Max Schuler, Göttingen.

Es wird gezeigt, daß ein Schlickscher Schiffskreisel durch Drehungen des Schiffes um die Senkrechte, wie sie bei Kursänderungen und beim Gieren des Schiffes entstehen, Störungen erleidet. Die Energie des Gierens, die bei der Länge des Schiffes sehr groß ist, wird durch den Kreisel in Schlingerbewegung übertragen, und so kann der Kreisel statt dämpfend schlingerregend wirken. Zum Schluß ist angegeben, wie man diesen Fehler durch eine Änderung der Schlickschen Kreiselanordnung verhindern kann.

Ein Schiff kann im Seegang um drei zueinander senkrechte Achsen pendeln, wie dies in Abb. 1 dargestellt ist, und zwar nennt man das Pendeln um die Längsschiffachse „Schlingern", das um die Querschiffachse „Stampfen" und das um die senkrechte Achse, wenn also das Schiff durch den Seegang im Kurse hin- und hergeworfen wird, „Gieren". Die Schlingerbewegungen sind weitaus die unangenehmsten, und deshalb versuchte O. Schlick, Hamburg, sie durch den Einbau eines Kreisels in das Schiff zu bekämpfen.

Im Anschluß an die Schlickschen Versuche führten dann A. Föppl, München, A. Sommerfeld, München, F. Noether, Breslau, und andere Rechnungen aus, welche die glänzendsten Ergebnisse verhießen[2]). Aber bei den praktischen Versuchen kamen manchmal bei schwerem Seegang Versager vor, die man sich nicht erklären konnte, und so vermochte sich der Schiffskreisel nicht durchzusetzen, sondern der ganze Gedanke schlief wieder ein.

Ich fragte mich deshalb, ob bei dem Ansatz der Gleichungen nicht irgendwelche Störungsmomente unberücksichtigt geblieben waren. Der Einfluß der Stampfbewegung auf den Kreisel wurde seinerzeit in dieser Zeitschrift ausführlich besprochen[3]), und es ergab sich, daß keine Störungen von irgendwelcher Bedeutung hierdurch zu erwarten sind. Sonderbarerweise hat aber damals niemand auf das Gieren des Schiffes hingewiesen. Ich glaube, im folgenden beweisen zu können, daß gerade hier die Ursache von Störungen zu suchen ist. Die Energie des Gierens, die bei der Länge des Schiffes sehr groß ist, wird durch den Kreisel in Schlingerbewegung übertragen.

Bevor ich zum Beweise dieser Behauptung schreiten kann, muß ich kurz den Bau des Schlickschen Schiffskreisels erklären. Abb. 2 zeigt einen Schnitt quer durch das Schiff und den darin eingebauten Kreisel.

Der Kreisel K dreht sich um die Achse A-B. Er ist in dem Rahmen R gelagert, der mit den querschiffs liegenden Zapfen Z_1 und Z_2 im Schiff pendelnd aufgehängt ist. Der Rahmen R ist so gebaut, daß sein Schwerpunkt unterhalb der Aufhängezapfen liegt. In der normalen Lage steht die Kreiselachse senkrecht und wird durch das Schweremoment

$$G_2\, s_2 \sin\beta$$

in dieser Lage gehalten. Dabei bedeuten:

G_2 das Gewicht des Kreisels mit Kreiselrahmen,

s_2 den Schwerpunktabstand des Kreisels und Kreiselrahmens von der Aufhängeachse Z_1-Z_2 und

β den Winkel der Kreiselachse gegen die Lotrechte, gemessen inbezug auf die Achse durch die Zapfen Z_1, Z_2.

Solange der Kreisel nicht läuft, schlingert das Schiff, als wenn der Kreisel nicht vorhanden wäre. Ist G_1 das Gewicht des Schiffes, s_1 seine metazentrische Höhe, so wird das Schiff durch ein Schweremoment

$$G_1\, s_1 \sin\alpha$$

[1]) Vorgetragen bei der Tagung des Gauvereins Niedersachsen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Hamburg am 22. Juni 1924.

[2]) A. Föppl: Die Theorie des Schlickschen Schiffskreisels. Z. Bd. 48 (1904) S. 478. — O. Schlick: Versuche mit dem Schiffskreisel. Z. Bd. 50 (1906) S. 1929.

[3]) Bemerkung von A. Föppl. Z. Bd. 48 (1904) S. 983. — Skutsch: Der Schlicksche Schiffskreisel und eine Vervollkommnung desselben. Z. Bd. 52 (1908) S. 464.

Abb. 1. Die Pendelbewegungen eines Schiffes.

Abb. 2. Schiffsquerschnitt mit Schlickschem Kreisel.

aufgerichtet; α ist dabei der Winkel, um den sich das [Schiff] gegen die Senkrechte neigt. Auch der Kreiselrahmen pe[ndelt] bei einem Anstoß um die Zapfen Z, und diese beiden Pen[delun]gen sind von den Gierbewegungen des Schiffes und seinen [Kurs]änderungen in erster Annäherung unabhängig.

Ganz anders wird das Verhalten des Schiffes, wen[n der] Kreisel läuft. Die Schlingerbewegungen sind jetzt durc[h den] Kreisel mit den Rahmenpendelungen gekoppelt. Die Schl[inger]bewegungen werden durch den Kreisel stark verlangsamt [und,] wenn Reibung in den Zapfen Z_1, Z_2 vorhanden ist, auc[h ge]dämpft. Diese Schwingungen sind für ein Schiff, das s[einen] Kurs nicht ändert, genau berechnet, und die günstige Wi[rkung]

Abb. 3. Modell mit Kreisel.

des Kreisels hierbei ist bewiesen. Man kann sich nun da[s Ar]beiten des Schiffskreisels im Laboratorium dadurch klar ma[chen,] daß man ein kleines Modell herstellt, wie dies in Abb. 3 ge[zeigt] ist. In einem Rahmen ist ein Brett, das ein Schiff dar[stellt,] um seine Längsachse pendelnd aufgehängt. Das Schiffsm[odell] kann also Schlingerbewegungen machen. Um die nötige [Sta]bilität des Schiffes zu erhalten, ist unten an dem Bret[t ein] entsprechendes Gewicht angebracht. Der Kreisel ist obe[n auf] dem Modell in derselben Weise angebracht, wie dies im [An]schluß an Abb. 2 für den Schlickschen Schiffskreisel beschr[ieben] ist. Solange der Rahmen des Modelles auf dem feste[n La]boratoriumtische steht, arbeitet der Kreisel ganz norma[l und] wirkt wunderbar dämpfend auf die Schlingerbewegungen. [Setzt] man aber das ganze Schiffsmodell auf eine Drehscheib[e und] stößt abermals eine Schlingerbewegung an, so fängt das [Schiff] sofort an zu gieren und sich im Kreise zu drehen. Der K[reisel] wandelt also Schlingerbewegung in Gier- und Drehbewegun[g um.]

Natürlich wird der Rudergänger [die] Drehungen des Schiffes durch G[egen]ruder möglichst zu verhindern s[uchen,] aber man kann aus diesem Versu[ch so]fort schließen, daß auch umge[kehrt] Gieren und Drehungen des Sc[hiffes] durch den Kreisel in Schlingerbew[egung] übertragen werden.

Dreht man das Schiffsmodell a[uf der] Drehscheibe in demselben Sinn, i[n dem] sich der Kreisel dreht, so ist [kein] nennenswerter Einfluß auf die Schl[inger]bewegung festzustellen, gleichgülti[g, ob] man etwas langsamer oder sch[neller] dreht. Anders werden aber di[e Er]scheinungen, wenn man das Schif[f ent]gegengesetzt dem Rotationssinn des [Krei]sels dreht. Solange die Drehbew[egung] ganz langsam ist, wird das Schli[nger-]

...iffes auch nicht wesentlich gestört. Dreht man aber ...chneller, so kommt eine bestimmte Geschwindigkeit, bei ... Kreiselgehäuse um die Zapfen Z in schräger Lage ...bleibt und nicht mehr in seine gewöhnliche senkrechte ...urücksinkt. Das Schiff schlingert nicht, auch wenn ... noch so stark anstößt. Diese Drehgeschwindigkeit ...cht der gleichförmigen (regulären) Präzession des Kreisels ...m Schweremoment $G_2 s_2$, das um die Zapfen Z des Kreisel...es wirkt. Es könnte scheinen, als ob dieser Zu...esonders günstig sei für die Ausnutzung der Kreisel... Aber dem ist nicht so; denn dreht man das Schiff ...n wenig schneller, so nimmt dies der Kreisel sehr ...er überschlägt sich um die Zapfen Z des Kreisel...es und löst dabei eine kräftige Schlingerbewegung des ... aus. Hört man mit der Drehung auf, so fällt der ... wieder in seine normale Lage zurück und löst aber...ne ganz kräftige Schlingerbewegung aus, und zwar wirkt ...nze Energie des Kreisels, die sonst zur Schlinger...fung nutzbar gemacht wird, in diesem Falle als Anstoß ...lingerbewegung. Dreht man noch schneller, so kommt ...genblick, wo das Schiff schräg stehen bleibt und sich ...ehr aufrichtet. Jetzt entspricht die Drehgeschwindig... gleichförmigen Präzession des Kreisels unter dem Schwere... des Schiffes. Dreht man zum Schluß das Schiff ganz ... so verhält sich der Kreisel wieder ruhig, und die ...erbewegungen des Schiffes sind ganz normal. Man hat ...ie das Experiment lehrt, bei einer Drehung des Schiffes ...n der Kreiselrotation drei Fälle zu unterscheiden:

1. Langsames Drehen: Der Kreisel wird nicht wesentlich beeinflußt.
2. Mittlere Drehgeschwindigkeit: Der Kreisel wird labil, überschlägt sich und löst dabei Schlingerbewegungen aus.
3. Sehr schnelles Drehen: Der Kreisel ist wieder stabil und verhält sich normal.

...b. Graphische Darstellung ...r Kreiselgleichung.

Fall 1 und 2 sind getrennt durch die gleichförmige Präzession des Kreisels unter der Schwerewirkung des Kreiselrahmens, Fall 2 und 3 durch die gleichförmige Präzession unter der Schwerewirkung des Schiffes.

An dem Modell habe ich bei ...Vortrag in Hamburg aber noch weiter gezeigt, daß bei richtiger Wahl von Periode und Phase durch ...und Hergieren des Schiffes die Schlingerbewegungen ...ßern lassen. Allerdings muß ein erster kleiner An...orhanden sein. Das Schiffsmodell kann man sogar bei ...chender Übung zum Kentern bringen, weil ein über... großer Kreisel eingebaut ist, um die Erscheinungen ...deutlich hervortreten zu lassen. Bei einem kleineren ...l sind die Bewegungen natürlich ebenso, nur sind die ...uden entsprechend kleiner. Man kann aber auch bei ... wirklichen Schiff durch entsprechendes Gieren sehr er...e Schlingerbewegungen hervorbringen. Nach diesen Ver... kann man die Versager, die manchmal beim Schiffs... aufgetreten sind, vollkommen verstehen.

...m folgenden sollen nun diese sonderbaren Erscheinungen ...t werden, und nachdem erst ihre Ursache erkannt ist, ...s leicht sein, sie durch entsprechende Kreiselanordnung ...eben. Offenbar sind sie auf die Coriolismomente zurück...en, die bei den Schiffsdrehungen entstehen. Die Kreisel... gibt dafür eine einfache Formel, Abb. 4,

$$\mathfrak{K} = [\mathfrak{J}\,\mathfrak{U}] \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

...usgeschrieben

$$K = J\,U \sin\delta = K_0 \sin\delta.$$

... ist

... der Impuls des Kreisels, d. h. Trägheitsmoment $\times$ Winkelgeschwindigkeit des Kreisels,

... die Drehgeschwindigkeit des Schiffes, die um die senkrechte Achse erfolgt,

... der Winkel der Kreiselachse zur Drehachse, d. h. zur Senkrechten.

...as Coriolismoment wirkt in der Ebene des Winkels δ, dies ...r dieselbe Ebene, in der das Schweremoment liegt, und es ...t wie dieses mit dem Sinus des Ausschlagwinkels. Es ver...t das Schweremoment, wenn Schiff und Kreisel in demselben Sinne drehen, denn dann ist das Vektorprodukt der Gl. (1) positiv, und verringert es bei entgegengesetztem Drehsinn. Die Folge ist, daß sich die Stabilität des Schiffes beim Schlingern je nach dem Vorzeichen von K_0 schreibt:

$$(G_1 s_1 \pm K_0) \sin\alpha.$$

Die Stabilität des Kreisels in der dazu senkrechten Ebene, d. h. um die Zapfen Z, wird entsprechend:

$$(G_2 s_2 \pm K_0) \sin\beta.$$

Nun ist die Schlingerbewegung des Schiffes bei raumfesten Koordinaten von Föppl genau berechnet, und es ergibt sich eine Schlingerzeit des Schiffes bei laufendem Kreisel:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J^2 + R}{G_1 s_1 \cdot G_2 s_2}} \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

Dabei ist J^2 das Quadrat des Kreiselimpulses, das immer positiv sein muß. Das folgende Restglied R ist so klein, daß es das Vorzeichen des Zählers nicht beeinflußt. $G_1 s_1$ ist das Stabilitätsmoment des Schiffes und $G_2 s_2$ das Stabilitätsmoment des Kreiselgehäuses. Beide Ausdrücke sind positiv bei stabilem Schiff und stabil aufgehängtem Kreiselgehäuse. Der ganze Ausdruck unter der Wurzel ist also positiv, die Schwingungszeit wird reell und die Schwingungen sind stabil.

Bei Drehungen des Schiffes hat man nun die Coriolismomente zuzufügen. Im Zähler erscheinen diese nur in dem kleinen Restglied, und ihr Einfluß ist bedeutungslos. Dagegen gestaltet sich der Nenner vollständig anders; denn man hat hier die um die Coriolismomente veränderten Schweremomente einzuführen. Man erhält dann als Schwingungszeit:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J^2 + R}{(G_1 s_1 \pm K_0)\,(G_2 s_2 \pm K_0)}} \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

Ist K_0 positiv, d. h. dreht das Schiff im Sinne der Kreiselrotation, so wird die Schwingungszeit etwas kürzer, aber sonst ändert sich an dem Vorgang nichts. Ist dagegen K_0 negativ, d. h. dreht das Schiff entgegen dem Drehsinne des Kreisels, so wird bei kleinem K_0 der Nenner kleiner und die Schwingungszeit länger. Ferner muß man bedenken, daß $G_1 s_1$, das Schweremoment des Schiffes, vielfach größer ist als $G_2 s_2$, das Schweremoment des Kreiselgehäuses. Wächst nun die Drehgeschwindigkeit des Schiffes, so wird ein Augenblick kommen, in dem $K_0 = G_2 s_2$ ist; damit wird der zweite Ausdruck im Nenner zu null, und die Schwingungszeit wird unendlich. Beim Versuch bleibt das Kreiselgehäuse in schräger Lage stehen und sinkt nicht mehr zurück. Wächst K_0 weiter, so wird der zweite Ausdruck negativ, der erste Ausdruck bleibt noch positiv; damit wird der ganze Ausdruck unter der Wurzel negativ und die Schwingungszeit imaginär. Die Bewegung ist also labil, und der Kreisel überschlägt sich. Steigert man die Drehgeschwindigkeit weiter, so wird einmal $K_0 = G_1 s_1$, und damit wird T wieder unendlich. Man hat den Fall, daß sich das Schiff nicht mehr aufrichtet. Dreht man schließlich ganz schnell, so wird K_0 auch größer als $G_1 s_1$, damit werden beide Ausdrücke im Nenner negativ, ihr Produkt wird positiv, man erhält wieder eine reelle Schwingungszeit und ganz stabile Schwingungen von Schiff und Kreisel. Bei diesen Rechnungen ist allerdings die Reibung vernachlässigt. Aber die Betrachtungen gelten ebensogut für den „gebremsten Kreisel"; denn durch Dämpfung kann eine labile Schwingung nicht stabil werden und eine unendliche Schwingungszeit nicht endlich.

Schließlich ist noch zu erklären, wie durch die Gierbewegung des Schiffes die Schlingerbewegungen angeregt werden: Bei dem Gieren schwankt das Coriolismoment periodisch, und dadurch schwankt auch gewissermaßen das Schweremoment von Schiff und Kreiselgehäuse. Man weiß nun von der gewöhnlichen Kinderschaukel, daß man durch Schwanken des Schwerpunktes in bestimmter Periode die Schwingungen der Schaukel vergrößern kann, wenn diese erst ein klein wenig angestoßen wurde. Genau den gleichen Vorgang haben wir hier vor uns. Die Schwankungen der Schwere erzeugen die Schlingerbewegungen. Die Wirkung wird am stärksten, wenn die Gierbewegung die doppelte Periodenzahl hat wie die Schlingerbewegung bei laufendem Kreisel. Dies ist leicht möglich, da der Kreisel die Schlingerzeit stark erhöht.

Nun wird man einwenden, bei dem Modell könnte man solche Versuche machen, aber bei einem großen Schiff blieben die Coriolismomente zu klein, um überhaupt in Betracht zu kommen. Deshalb habe ich für „Silvana", wo versuchsweise ein Schlickscher Schiffskreisel eingebaut war, berechnet, wann die Wurzel imaginär wird und demnach die Kreiselanordnung labil. Es ergab sich, daß je nach dem Ausbalancieren des Kreisels das Schiff nicht schneller drehen durfte als in 12 min

bzw. 34 min einen vollen Kreis. Man wird mir zugeben, daß sowohl beim Manövrieren wie beim Gieren des Schiffes größere Drehgeschwindigkeiten vorkommen, und damit setzt der Kreisel seine volle Energie, die er zur Verfügung hat, in Schlingerbewegung um. Dagegen kann der Fall, daß K_0 auch größer als $G_1 s_1$ wird, praktisch nicht vorkommen. Das Schiff müßte dann zwei volle Kreise in einer Sekunde beschreiben. Ist also der Schiffskreisel einmal labil, so kann er durch schnelleres Drehen des Schiffes nicht mehr stabil werden, wie dies bei dem kleinen Modell noch möglich ist.

Nachdem erst der Fehler erkannt ist, der bisher bei dem Schlickschen Schiffskreisel gemacht wurde, ist es verhältnismäßig leicht anzugeben, wie er behoben werden kann. Natürlich nützt es gar nichts, zwei gegenläufige Kreisel unabhängig voneinander in das Schiff einzubauen, wie dies z. B. Skutsch[1]) vorgeschlagen hat. Denn dann würde jeder der beiden Kreisel sein labiles Gebiet haben und dabei Störungen auf das Schiff übertragen. Man muß die beiden gegenläufigen Kreisel so zusammenkoppeln, daß die Coriolismomente einander ausgleichen und damit ihr schädlicher Einfluß beseitigt wird.

Abb. 5 zeigt eine schematische Skizze der Kreiselanordnung in einem Schnitte längsschiffs. K_1 und K_2 sind die beiden Kreisel, von denen der eine rechts, der andere links herum läuft. Jeder Kreisel ist in einen Rahmen gefaßt, der im Schiff mit den Zapfen Z_1 und Z_2 drehbar aufgehängt ist. Der Schwerpunkt jedes Rahmens liegt um die gleiche Strecke unterhalb des Aufhängepunktes. Die beiden Kreiselrahmen sind durch die Zahnräder R_1 und R_2 so miteinander verbunden, daß die Drehung des einen gleich und entgegengesetzt der Drehung des andern ist. Solange sich das Schiff nicht um die senkrechte Achse dreht, schwingt bei Schlingerbewegungen der eine Kreiselrahmen stets um den gleichen, aber entgegengesetzten Winkel wie der andre Rahmen, und die Zahnräder werden gar nicht beansprucht. Treten aber Coriolismomente auf, so werden diese bei dem einen Kreisel positiv und bei dem andern Kreisel ebenso groß aber negativ.

[1]) Z. Bd. 52 (1908) S. 464.

Sie gleichen sich über die Zahnräder aus, und ihre sch[...] Wirkung wird dadurch beseitigt. Die Zahnräder müssen [...] kräftig sein, daß sie die Coriolismomente aushalten. Die K[...] kräfte zur Stabilisierung des Schiffes werden unmittelbar [...] die Aufhängezapfen der Rahmen auf das Schiff übertrag[...] beanspruchen die Zahnräder nicht.

Abb. 5. Kreiselanordnung in einem Schnitte längsschiffs.

Damit glaube ich einen Weg gezeigt zu haben, wi[...] Schlickschen Schiffskreisel doch noch zu Erfolg verholfe[...] den kann. Die Frage, ob er auch den wirtschaftlichen [...] gegen den Schlingertank aufnehmen können wird, liegt [...] halb des Rahmens dieses Aufsatzes. Ich persönlich [...] jedenfalls, daß wenigstens für Sonderfälle dem Schlic[...] Schiffskreisel noch eine Zukunft offen steht, wenn nur [...] Konstruktion die Punkte beachtet werden, auf die in [...] Aufsatz hingewiesen wurde. [B 692]

Neuartige Rahmen für Drehgestelle.

Von der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.

Der Rahmen, Abb. 1, ist nach einem neuen Verfahren aus einem Stück Preßblech hergestellt. Unter Beibehaltung fachwerkartiger Durchbildung ist er zur Aufnahme hoher Achsdrücke besonders geeignet. Das auf der Stoßmaschine symmetrisch bearbeitete ebene Rahmenblech wird zunächst einseitig durchgepreßt, wobei durch Umbiegen der Außenkanten und der für die Fenster bestimmten Blechteile zunächst ein Preßblech mit U-Querschnitten entsteht. Durch Zusammenbiegen der Seitenteilhälften um die oberen Längskanten des Trägers und durch autogene Verschweißung der in der Mitte liegenden Naht entsteht ein Rahmen mit Kastenquerschnitt von hohem Widerstandmoment und hoher Seitensteifigkeit bei geringstem Gewicht.

Abb. 1. Neuartige Rahmen für Drehgestelle.

Die Vorteile dieser Rahmenbauart sind:

1. der Rahmen besteht aus einem einzigen Stück Preßblech,
2. keine Nietarbeit für den Rahmen,
3. hohe Widerstandfähigkeit,
4. geringes Gewicht.

Der Rahmen wird von der Rheinischen Metallwaren- und Maschinenfabrik, Düsseldorf, gebaut. [M 816]

Abraumlokomotive (niedrige Bauart).

Von der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.

Die in Abb. 2 dargestellte Lokomotive dient zur Beförderung der im Tagebau gewonnenen Braunkohlen, wobei wie üblich zunächst der die Kohlen überlagernde Sand mittels großer Eimerkettenbagger gelöst und mittels einer Transporteisenbahn entweder auf eine Halde oder an eine schon abgebaute Stelle der Grube befördert werden m[...] fährt hierbei unter dem Bagger hindurch, der zur Erzielung [...] Standfestigkeit so niedrig wie möglich gebaut sein muß. Diese [...] rungen führen zu den außergewöhnlichen Umrissen der Lokom[...]

Eine Reihe baulicher Eigenarten ist besonders bemerkensw[...] denen nur die Anordnung des Absperrschiebers in der Rauchk[...] hinter dem Schornstein, die Durchbildung des Rahmens unt[...] Hinterkessel sowie die außergewöhnlich großen Zylinder im Ge[...] zu den kleinen Rädern und dem gedrungenen Getriebe erwähnt [...] sollen.

Abb. 2. Abraumlokomotive.

Alles kennzeichnet die Bestimmung der Lokomotive, auf kl[...] Raum größte Zugkraft und größte Leistung zu erreichen sov[...] harten Ansprüchen, die der Betrieb auf den häufig schlecht verleg[...] verschobenen Gleisen stellt, zu genügen.

Die von Rheinmetall gebaute Lokomotive hat folg[...]

Hauptgrößen:

Spurweite	900 mm	Kohlenvorrat	8[...]
Zylinderdurchmesser .	350 „	Wasservorrat . . .	25[...]
Kolbenhub	350 „	Leergewicht	1[...]
Treibraddurchmesser .	700 „	Dienstgewicht . . .	2[...]
Dampfüberdruck . .	12 at	Radstand fest . . .	18[...]
Rostfläche	1,3 m²	Gesamtradstand . . .	18[...]
Feuerbüchsheizfläche .	5,5 „	Größte Höhe	24[...]
Heizfläche der Rohre	55,9 „	Größte Länge	614[...]
Gesamtheizfläche . .	61,4 „	Größte Breite . . .	22[...]

Anfahrzugkraft $0{,}6\, p \frac{d^2 h}{D} = 4420$ kg. [M8[...]

RUNDSCHAU.

Aus dem Ausland.

Wasserkraftanlagen.

...neue Wasserturbinen-Versuchsanstalt von Escher, Wyss & Cie[1]).

...Jahre 1922 ist auf dem Gelände der Hauptfabrik in Zürich eine ...anlage mit künstlicher Wasserkraft in Betrieb genommen worden, ...nd 2, die durch planmäßige Untersuchung von Laufrädern, Leit...ngen, Saugrohren u. a. m. die Möglichkeit bieten soll, höchste ...sgrade, höchste Schnelläufigkeit und einfachste Bauweise der ... zu erzielen. In der Versuchsanstalt können Turbinen bei einem ...s 4 m beliebig einstellbaren Nutzgefäll und für alle Gefälle mit ...ssermenge bis zu 1300 l/s untersucht werden.

... Aufriß, Abb. 1, zeigt rechts unten die unmittelbar von einem ...rehstrommotor angetriebene Kreiselpumpe, die bei 5,5 m ...rischer Förderhöhe 1,3 m/s fördern kann. Da die Periodenzahl ...it die Umlaufzahl unveränderlich ist, bleibt bei einem bestimm...serverbrauch der Turbine und bestimmter Förderhöhe auch die ...enge unveränderlich, so daß der Beharrungszustand sehr rasch ... wird. Bei nicht allzugroßen Schwankungen des Wasserver...der Turbine folgt die Pumpenleistung selbsttätig, weil sich der ...ied der Wasserspiegelhöhen im umgekehrten Verhältnis des ...erbrauches einstellt. Nach Einbau einiger Beruhigungsrechen im ...chacht blieben die Spiegelschwankungen im Oberwasserkanal ... der Versuche innerhalb ± 2 mm, d. h. 0,5 bis 1 vT des Gefälles. ... Wassermenge kann geregelt werden durch die Leerlaufschütze ...enschacht, die nach Abb. 3 mit einem Saugheber so ver...st, daß bei der größten Öffnung der Schütze die Saugheberkante ...sten steht. Der Saugheber soll nur ein Überlaufen des Ober...nales verhüten.

... rd. 16 m lange, 2 m breite und 1,75 m tiefe Oberwasserkanal aus ...n ist als Schirm-Meßgerinne ausgebildet. Die Wand...ind so sorgfältig ausgeführt, daß der Spalt zwischen Schirm... Kanalwand überall nur 5 mm breit ist und die Querschnitt...ede weniger als ± 1 vT betragen. Der rd. 200 kg schwere Wagen ... vier mit Kugellagern versehenen Rädern. Die Schirmtafel wird von oben im Sinne der Strömungsrichtung eingeschwenkt, woraus sich eine kurze Anlaufstrecke ergibt. In Entfernungen von je 1 m sind Schleifkontakte angebracht, die jeweils einen Gleichstromkreis für 110 V mit Läutewerk und Widerstandlampe schließen.

Die 3,5 m lange, 2,5 m breite und 2,75 m tiefe Turbinenkammer kann Turbinen bis 1000 mm Laufraddurchmesser aufnehmen. Für reine Laufradprüfungen wird die Turbine stets mit senkrechter Welle und geradem rundem Saugrohr mit kegeliger Erweiterung eingebaut. Die gleiche Versuchsturbine kann aber auch mit wagerechter Welle parallel oder senkrecht zur Wasserströmung untersucht werden. Der die Bremse tragende Bock, Abb. 4, kann nach Lösen von nur vier Schrauben und der Kupplung samt der Bremse durch den Kran beiseite gestellt werden, so daß dann die Versuchskammer leicht zugänglich ist. Der auswechselbare Untersatz der Turbine ist nicht festgeschraubt, sondern nur gegen Verdrehung und Verschiebung gesichert. Der durch Lampen erhellte Unterwasserraum kann durch ein Fenster beobachtet werden. Vom Boden der Versuchskammer führen zwei 100 mm weite Rohre zu zwei Oberwasser-Schwimmerschächten, aus der Sohle des Unterwasserraums drei Rohre zu drei Unterwasser-Schwimmerschächten von je 400 mm l. W. Ein Oberwasser- und ein Unterwasserschwimmer sind so miteinander verbunden, daß stets das Nutzgefäll abgelesen werden kann.

Die Unterwasserkammer kann gegen den Unterwasserkanal durch eine Schütze abgeschlossen werden. Soll die Turbine mit 4 m Gefäll untersucht werden, so wird im Oberwasserkanal der Leerlauf ganz geschlossen und die Unterwasserschütze ganz gehoben. Bei Versuchen mit 2 m Gefälle wird die Unterwasserschütze ganz geschlossen und der Leerlauf entsprechend geöffnet.

Aus dem Unterwasserkanal gelangt das Wasser über einen Meßüberfall ohne Seiteneinschnürung in den Pumpensumpf. Der Überfall mit 2 m Breite und 590 mm Wehrhöhe dient als Hauptwassermesser. Die Überfallhöhe wird in einem Querschnitt 2 m oberhalb der Überfallwand in erster Linie durch zwei in getrennten Schächten untergebrachte Schwimmerpegel gemessen. Außerdem kann sie im gleichen Querschnitt durch zwei Schiebepegel bestimmt werden. Zwischen diesen befindet sich noch ein dritter Schiebepegel mit zwei gegeneinander isolierten Spitzen, von denen die eine mit dem positiven, die andre mit dem negativen Pol einer Stromquelle verbunden sind. Je nach der Eintauchtiefe ändert sich der Widerstand des Stromkreises. Beim Versuch

[1]) ...ach einem Bericht von R. Dubs, Sonderabdruck der Schweizerischen ...g Bd. 80 (1922) Nr. 21.

Abb. 1 und 2. Grundriß und Aufriß der Versuchsanstalt.
...Versuchturbine, *b* Bremse, *c* Stechpegel, *d* Beruhigungsrechen, *e* Speisepumpe des Oberwasserkanals, ...Pumpenmotor, *g* Saugheberüberfall mit gezackter Einlaufüberdeckung, *h* Meßschirm *i* Schwimmer.

Abb. 3. Leerlaufschütze mit Saugheberüberfall.

Abb. 4. Schnitt durch die Bremse.

wird zunächst der Wasserspiegel genau auf die Kante des Überfalls abgesenkt und das elektrische Spitzenpegel so eingestellt, daß die Doppelspitze gerade das Wasser berührt. Am Widerstandmesser wird der Ausschlag abgelesen. Während des Versuchs wird dann das Spitzenpegel stets so weit verschoben, daß der Widerstandmesser den gleichen Ausschlag zeigt wie in der Nullstellung. Die Empfindlichkeit konnte bis auf ± 0,1 mm gesteigert werden.

Zum Eichen des Überfalls dient ein 3 m³ fassender Behälter, mit dem Wassermengen bis 150 l/s gemessen werden können. Außer durch den Schirm im Oberwassergraben kann die Überfallmessung auch noch durch Düsenversuche nachgeprüft werden. Am Boden der Turbinenkammer kann zu diesem Zweck ein Deckel mit auswechselbaren Düsen eingebaut werden.

Die gußeiserne Bremsscheibe von 1000 mm Dmr. und 150 mm Breite ist hohl, Abb. 4. Das Kühlwasser tritt innen ein und außen in den Ringbehälter, aus dem es der Turbinenkammer zufließt. Das Kugelspurlager sitzt nicht unmittelbar auf dem Bremsbock, sondern auf einem axial verschiebbaren Stufenkolben, der durch Drucköl gehoben werden kann. Der Axialdruck des Laufrades kann hierdurch bestimmt werden. Die Umfangskraft an dem 2387 mm langen Bremshebel wirkt in üblicher Weise durch Zugstange und Winkelhebel auf eine Dezimalwage.

Die genaue Drehgeschwindigkeit wird in der Weise gemessen, daß die Spannung einer kleinen, durch Zahnräder von der Turbinenwelle angetriebenen Gleichstromdynamo beobachtet wird. Durch Vorschalten verschiedener Widerstände kann praktisch gleiche Meßgenauigkeit für alle Winkelgeschwindigkeiten erreicht werden. Die eine Zuleitung zum Spanungsmesser geht über die Wage der Bremse und wird nur geschlossen, wenn die Wage einspielt.

Bei allen Versuchen wird mit der größten Wassermenge begonnen, da die Erfahrung gezeigt hat, daß dann der Beharrungszustand am schnellsten, schon 1,5 bis 2 min nach Einspielen der Wage eintritt. Ein neben dem Unterwasserkanal laufender zweiter Kanal steht nur mit dem Pumpensumpf in Verbindung und nimmt den Wasservorrat in Pumpenschacht, Oberwassergraben und Turbinenkammer auf, wenn die Anlage nicht im Betrieb ist. Die völlig entleerten Unterwassergraben können aus einem Grundwasserbrunnen durch eine Niederdruckpumpe in etwa 30 min gefüllt werden. [M 786] Fr.

Verbrennungskraftmaschinen.

Die Verbrennungskraftmaschinen in der Ersten Weltkraftkonferenz, London 1924.

In der Abteilung E der Weltkraftkonferenz wurden im ganzen 10 Vorträge behandelt, die zum Teil durch Verlesen von kurzen Auszügen bekanntgegeben wurden.

Der Vortrag von Richardson geht zunächst auf Flugzeug- und Automobilmotoren ein und stellt deren Anpassung an das Dieselverfahren in Aussicht. Auf dem Gebiet der Gasmaschine erwähnt er besonders die schnellaufende stehende Gasmaschine der National Gas Engine Co., die sich in England besonderer Vorliebe zu erfreuen scheint und bis zu 2500 PSe (engl.) ausgeführt sein soll. Die größte doppeltwirkende Viertakt-Vierzylindermaschine, die Richardson hervorhebt, hat 1311 mm Zyl.-Dmr. und 1498 mm Hub. Ihre Bremsleistung wird bei 94 Uml./min zu 8000 PS (engl.) angegeben. Die bekannten größten deutschen Gasmaschinen gehen über diese Werte noch hinaus, indem sie Kolbendurchmesser und Hub von 1500 mm erhalten.

Richardson scheint mit seinen Angaben die von Cocke[…] Seraing gebaute Gasmaschine zu meinen, die mit Stirnkurbeln[…] stattet wurde und durch die Ausnutzung der kinetischen Ene[…] Auspuffes eine wirksame Ausspülung des Verdichtungsraumes[…]

Alle diese Maschinen werden auch von Burstall nachd[…] hervorgehoben. Er hält besonders viel von der schnellaufend[…] maschine der National Gas Engine Co. und betont gemeins[…] Richardson die Vorzüge der stehenden Premier-Großgasm[…] die je zwei doppeltwirkende Viertaktzylinder übereinander […] Kreuzköpfe zweier solcher Zylinderpaare greifen an einem dr[…] migen Pleuelstangenglied an, dessen dritter Eckpunkt als Kurbe[…] lager ausgebildet ist. Eine Zeichnung der Maschine, deren E[…] ausführung als Hochofengasmaschine 1000 PS leistet und deren[…] für eine Höchstleistung von 3000 PS weiterentwickelt werden sol[…] die Firma Crossby Broth. Ltd. in der Wembley-Ausstellun[…] kann unumwunden behaupten, daß der deutsche Großgasmasch[…] für einen derartigen Aufbau von Großkraftmaschinen kein Ver[…] aufbringen wird, während er die Frage der stehenden Schn[…] maschine wohl kritisch prüfen dürfte.

Richardson und Burstall gehen kritisch auf die Frage der […] übertragung ein, die Richardson vor allem an der Ölmaschine be[…] Burstall glaubt, daß für große Zylinder von Verbrennungskraftm[…] Schmiedestahl an die Stelle des Gußeisens zu treten habe. Der[…] gen Abwärmeverwertung durch Abhitzekessel spricht Burstal[…] endgültige Bedeutung zu. Er will die Abwärme unter höherer […] ratur nutzbar gemacht sehen und glaubt, daß dies durch Rege[…] kammern erfolgen kann, wo man Luft und Wasserdampf für d[…] generatorprozeß vorwärmt. Dem Gaserzeuger müsse der Ingenie[…] allergrößte Aufmerksamkeit schenken.

Der Vortrag von Agnelli befaßte sich mit den in Itali[…] nehmlich in den Fiatwerken erzielten Fortschritten des Automo[…] des Flugzeugmotors. Die Erfolge erstrecken sich in erster Linie[…] Erhöhung der Leistung, die aus der Raumeinheit des Zylinders g[…] wird. Diese Steigerung der Leistung, die vom Jahr 1914 an g[…] etwa eine Verdoppelung der spezifischen Zylinderleistung bew[…] ist im wesentlichen auf Erhöhung der mittleren Kolbengeschw[…] und des Verdichtungsdruckes zurückzuführen. In beiden Ri[…] dürften die Gegenwartswerte kaum noch wesentlich überboten[…] können. Eine weitere Steigerung — etwa auf das Dreifache […] 1914 zutreffenden Wertes der spezifischen Zylinderleistung — s[…] Vorverdichtung der Luft erzielt worden, die für Rennwagenmot[…] gewandt wird.

Tosi beginnt seine Ausführungen mit den besonderen […] derungen, welche die Dieselmaschine bei ihrer Anwendung als[…] maschine stellt. Er erwähnt die Bedeutung der Zylinderküh[…] den Unterseebootmaschinen und schließt hieran eine Betrachtu[…] die bisher gebauten größeren Schiffsdieselmaschinen, worunte[…] große Zweitaktmaschine des Werkes Nürnberg der MAN und […] maschine der Firma Scott erwähnt. Tosi erinnert an den Streit […] Viertakt und Zweitakt in der Entwicklungsgeschichte der Gas[…] und erklärt sich für den Viertakt, den er in Verbindung mit […] lischen Lizenznehmern Beardmore in Glasgow und Richardson[…] garth in Hartlepool auf eine doppeltwirkende Maschine anz[…] im Begriffe steht; diese entwickelt in einem Zylinder mehr als[…] und wird von ihm als die z. Z. größte doppeltwirkende Schi[…] maschine angesprochen.

Die Ausführungen von Nägel schließen sich im wesentl[…] seinen Vortrag auf der Dieseltagung in Berlin am 29. Juni […] worüber in dieser Zeitschrift Bd. 67 (1923) S. 677 ausführlich […] wurde. Am Schlusse seines mündlichen Berichtes gedachte […] tragende der Verdienste Diesels, mit dessen Namen die Öl[…] für alle Zeiten verknüpft bleiben wird.

Prof. E. Hubendick legte die Grundsätze dar, nac[…] sich der konstruktive Aufbau der Verbrennungskraftmaschine[…] sammenhang mit den Handelsbedingungen in Schweden vollz[…] Hiernach kommt der ortfesten Dieselmaschine in Anbetracht […] verzweigten Versorgung des Landes mit elektrischer Energie au[…] Wasserkraftwerken nur eine bescheidene Rolle zu, die sich […] Übernahme der Spitzenleistungen beschränkt. Wegen des hier[…] dingten geringen Leistungsfaktors mußte die Maschine möglic[…] sein, was zu weitgehender Vereinheitlichung der Zylinderbauarte[…]

Dieser Gedankengang wird in dem Teilbericht verfolgt, […] J. E. Hesselman erstattete. Gunnar Dallner wird […] zweiten Teilbericht der großen Bedeutung gerecht, welche der […] maschine insbesondere für die ausgedehnte Fischereiflotte S[…] zukommt. Zwei weitere Teilberichte Hubendicks befassen sich[…] Verwendung von Sulfitsprit in der Vergasermaschine und mit […] maschine für Generatorgas, das aus Holz oder Torf gewonn[…]

Obering. Paul R. Meyer widmet der deutschen Großgas[…] in ihren verschiedenen Erscheinungsformen eine zusammenfasse[…] stellung[1]) und geht auf die neueren Bestrebungen zur Leistungss[…] ein. Den Hauptteil seines Vortrages nimmt die Betrachtung […] wärmeausnutzung ein, deren mögliche Anwendungsformen er […] sichtlichen schematischen Darstellungen kritisch betrachtet. I[…] abschließenden Ausblick auf die Zukunftsentwicklung gedenk[…] Gasturbine, die trotz der gewaltigen geistigen und geldlichen M[…] man für ihre Entwicklung aufgewandt hat, zunächst noch nic[…] haft in Betracht gezogen werden könnte.

Prof. Charles Edward Lucke bietet in seiner Dr[…] eine wertvolle Zusammenfassung aller konstruktiven und wirtsch[…] Gesichtspunkte, die für die Ausgestaltung der Verbrennungskraft[…]

[1]) Der Vortrag wird demnächst in dieser Zeitschrift veröffentlicht.

..mlich für die Vereinigten Staaten von Amerika maßgebend .. Er geht sowohl auf die mechanischen als auch auf die ..chen Fragen ein, welche die Konstruktion der Verbrennungskraft..ne entscheidend beeinflussen, und gibt eine übersichtliche Dar.. der Verbreitung der Verbrennungskraftmaschine in den einzel..wendungsgebieten in den Vereinigten Staaten. Auch die Glüh..schine wird in den Kreis seiner Betrachtung einbezogen.

..rthur H. Lymn berichtet über große Gaserzeugeranlagen ..benproduktengewinnung und Abwärmeverwertung. Die besondere ..rt gewisser englischer Kohlensorten hat bekanntlich die Ent.. derartiger Anlagen wesentlich begünstigt. Dem deutschen Leser .. auffallen, wenn der Vortragende die Frage der Gasturbine durch ..lzwarth-Turbine als gelöst betrachtet und die Entwicklung ..äne von Großkraftwerken u. a. an diese Turbine knüpft, die er .. Hand mehrerer Abbildungen erläutert.

..e Ausarbeitungen von R. V. Wheeler über Gasexplosionen .. Bombe nehmen auf die bisherigen Arbeiten des Auslandes, dar..uch Deutschlands, Bezug und erstrecken sich auf Feststellungen, .. Explosionen von Methan- und Äthan-Luftgemischen gewonnen ... Wesentlich neue Gesichtspunkte sind durch die Arbeit wohl ..gewonnen worden. Die Art der Auswertung der Versuchsergeb..kann deutschen Ansprüchen an Genauigkeit der Schlußfolgerung ..ganz entsprechen.

..ie Aussprache, die sich in London an die Vorträge anschloß, ..e trotz verhältnismäßig lebhafter Teilnahme keine wesentlichen ..isse zutage. Sie wurde von Prof. Griggs eingeleitet, der auf ..rwendung der Verbrennungskraftmaschine für Schlepper hinwies. ..ochobradsky streifte die Frage der Gasturbine, für die er ..ler Erfindung des neuen Stahles durch Hadfield, worüber in ..teilung für Dampfturbinen berichtet wurde, eine neue Entwick..öglichkeit voraussagen zu können glaubt. Dieser Stahl hat noch .. °C eine Zugfestigkeit von rd. 3400 kg/cm² und den weiteren Vor..ß er sich unter der Wirkung eines Dampf- oder Gasstrahles kaum ..t. Der Redner verurteilt, daß sich die Konstrukteure zumeist nur ..e Überwindung der Kräfte und nicht um die Überwindung der ..raturen kümmern. In letzterer Beziehung gibt er dem Viertakt ..m Zweitakt den Vorzug, wogegen Acland als Verteidiger der ..aschine Stellung nimmt.

..on mehreren Rednern wird die Großgasmaschine im Vergleich ..ampfturbine als wirtschaftlich nicht mehr lebensfähig gekennzeich..enn nicht besondere Verhältnisse obwalten, wie der Anfall der ..ase, Koksofengase usw.

..ymn geht nochmals auf die Holzwarth-Turbine ein und stützt ..rtümlicherweise auf einen Ausspruch von Prof. Stodola, den .. Prof. Hubendick ausführt, mißverstanden haben müsse. Prof. ..ot berichtet über mißlungene Versuche, die sich auf die Ent..ng einer schnellaufenden Schwerölmaschine für Motorfahrzeuge er..t haben. Dr. M. Kamo zählte als letzter Redner die Betätigung .. auf dem Gebiete der Verbrennungskraftmaschinen auf; er hob ..ers die Fertigstellung einer liegenden doppeltwirkenden Viertakt..asmaschine hervor, die man nach den Zeichnungen zweier früher ..Verk Nürnberg der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg bezogenen ..asmaschinen gebaut habe. [N 600] Dr. Nägel.

Schiffs- und Seewesen.

Flugzeugschiffe.

..rasseys „Naval and Shipping annual" von 1924 enthält einen be..nswerten Aufsatz von H. G. Williams über die zweckmäßigste ..t und den Wert von Flugzeugschiffen. Er beschreibt zunächst die ..iedenen in der englischen und amerikanischen Marine in Gebrauch ..lichen Bauarten und betrachtet schließlich diejenigen Haupteigen..en der Flugzeugschiffe, die diese aufweisen müßten, um allen An..ungen gerecht zu werden.

..ie Hauptforderung ist ein möglichst freies Deck zum Landen und ..gen. Dieses Deck kann als leichter Aufbau ausgeführt oder kon..iv in den Schiffskörper einbezogen werden. Bei verhältnismäßig ..m fahrenden, also mit geringer Maschinenleistung versehenen ..en bleibt genügend Raum für eine große Anzahl von Flugzeugen, ..ß ein besonderer Flugzeugschuppen unterhalb des Flugdecks un.. wird. Aber bei den schnellfahrenden Schiffen brauchen die ..inen- und Kesselanlagen so viel Platz, daß vor und hinter ihnen .. mehr viel für die Flugzeuge übrig bleibt. Man muß in diesem ..inen Schuppen vorsehen, der über die ganze Länge des Schiffes .. und das Flugzeugdeck wird dann zweckmäßig als Dach dieses ..pens ausgebildet. Die Schuppenabmessungen richten sich natürlich .. den Abmessungen der Flugzeuge, die darin untergebracht werden ...

..n der englischen Marine werden an Bord Bomben- und Kampf..uge mitgeführt. Jene haben meist zusammenfaltbare Flügel und ..pruchen daher nur einen Raum von 11,58 m Länge, 5,39 m Breite ..,57 m Höhe. Das Kampfflugzeug kann seine Flügel nicht zusam..lten und braucht 45 m² Grundfläche. Seine größten Abmessungen .. 0,36 m Breite, 7,01 m Länge und 3,26 m Höhe. Ein Bombenflugzeug .. Abmessungen trägt rd. 2000 englische Pfund (900 kg) Bomben und ..dos und führt genügend Brennstoff für 400 bis 500 Seemeilen Fahrt..e mit sich. Das Kampfflugzeug ist mit Maschinengewehren und ..rennstoff für 300 Seemeilen Fahrtbereich ausgerüstet.

..ie Flugzeuge müssen an Bord möglichst dicht in Reihen aufge.. werden. Ist der Schuppen so groß, daß er drei Reihen von Flug.. fassen kann, so läßt sich sein Fassungsvermögen noch dadurch ..hren, daß man seine Höhe durch Einbau einer an den Seiten auf .. Höhe herumlaufenden Plattform vergrößert. Zwischen den Innenkanten der genannten Plattform muß dabei eine Breite freibleiben, die etwas größer ist als die eines Flugzeugs. Man kann so jedes Flugzeug ohne Schwierigkeit von seinem Aufstellungsort aus entfernen und nach dem Flugdeck mittels Rollen auf Schienen sowie durch einen Aufzug befördern. Die Schuppenhöhe braucht nicht größer zu sein, als die doppelte Höhe eines Flugzeugs ausmacht. Bestimmt man die Innenhöhe des Schuppens über den Maschinenräumen nach der Unterbringungshöhe des Bombenflugzeuges, die über den Heizräumen nach der Höhe des Kampfflugzeugs, so ergibt sich als Raumtiefe für ein großes Flugzeugschiff 20,9 m wie bei großen Handelsschiffen; diese Tiefe ist beträchtlich größer als bei Kriegschiffen. Sie hat zur Folge, daß der Systemschwerpunkt sehr hoch liegt, und die Höhe des Oberdecks über dem Wasserspiegel sehr groß wird, so daß es schwer ist, genügende Stabilität zu erzielen.

Der Entwurf eines Flugzeugschiffes, das bei einer gegebenen Verdrängung die größtmögliche Armierung tragen kann, unterscheidet sich wesentlich von dem aller anderen Schiffstypen. Bei den Flugzeugschiffen beeinflußt das Gewicht der Hauptarmierung, dargestellt durch die mitgeführten Flugzeuge, die Verdrängung des Schiffes unmittelbar verhältnismäßig so wenig, daß man das Flugzeuggewicht vernachlässigen kann. Ihrer Natur nach beeinflußt diese Bewaffnung die Schiffsgröße hauptsächlich durch die geräumigen Flugzeughallen, die so klein wie irgend angängig zu bemessen sind, um den Gewichtaufwand für Flugzeughallen nach Möglichkeit herabzudrücken. Das Mißverhältnis zwischen dem Gewicht der reinen Bewaffnung und den für ihren Einbau und Betrieb erforderlichen Einrichtungen erkennt man leicht, wenn man die entsprechenden Gewichte der Geschütze und Torpedos betrachtet.

Der Tiefgang des Schiffes muß so groß sein, daß die höchsten Punkte der Kessel noch unterhalb der Wasserlinie liegen, auch wenn das Schiff ein Brennstoffgewicht mitführt, das nur etwa der Hälfte vom Gesamtfassungsvermögen seiner Bunker gleichkommt. Die Kessel der Flugzeugschiffe erhalten zudem Abmessungen, wie sie gewöhnlich nur bei Kriegschiffen mit großer Maschinenleistung verwendet werden. Der Tiefgang eines Flugzeugschiffes dieser Art muß daher wenigstens 7,6 m betragen. Damit kommt man bei einer senkrechten Gewichtverteilung, die sich aus der Raumtiefe des Schiffskörpers ergibt, zu 26,82 m Schiffsbreite in der Wasserlinie, wenn man eine angemessene Stabilität erhalten will.

Bei Anordnung von Wulsten zum Schutze gegen Unterwasserangriffe wird sich unterhalb der Wasserlinie sogar 30 m größte Breite ergeben. Unter diesen Verhältnissen sind die Anzahl der Flugzeuge, die mitgeführt werden können, und die Verdrängung des Schiffes seiner Länge verhältnisgleich. Diese muß ihrerseits so gewählt werden, daß sie die größte nach dem Washington-Vertrage mögliche Entwicklung zuläßt. Anderseits wird man auf besondere Feinheit der Unterwasserlinien achten müssen, um die verlangte Schiffsgeschwindigkeit sicher zu erreichen.

Man wird hiernach für ein großes Flugzeugschiff folgende Hauptabmessungen annehmen können: 274,5 m Länge, 26,8 m Breite, 30 m größte Breite unterhalb der Wasserlinie (Wulst), 34 m größte Breite des Flugdecks, 7,62 m normalen Tiefgang mit 2800 t Brennstoff und Wasserreserven an Bord, 29 000 t Verdrängung.

Dieses Schiff müßte vier Schrauben und die gleiche Maschinenleistung wie der englische Schlachtkreuzer „Hood" (rd. 160 000 PS) haben. Es würde eine Geschwindigkeit von 34,5 Kn erzielen können und eine Seitenpanzerung von 76 mm erhalten, die sich von 1,2 m unterhalb der Wasserlinie bis auf 7 m oberhalb derselben auf ungefähr 183 m Länge erstreckt und an den Enden nur in Höhe von 3 m über der Wasserlinie verläuft. Es würde durch Wulste gegen Minen und Torpedos geschützt werden. Eine größere Panzerdicke wäre unnötig, weil ein Flugzeugschiff nicht dazu bestimmt ist, sich in einen Kampf mit schwer bewaffneten Schiffseinheiten einzulassen. Jedenfalls ist es nicht möglich, die Seitenwände der Flugzeugschuppen zu panzern. Dafür müßte aber der obere Aufbau mit einem Panzerdeck von 50 mm Dicke gegen Luftbomben versehen werden.

Die Bewaffnung könnte aus acht 20 cm-Geschützen und vier Luftabwehrgeschützen sowie einer gewissen Zahl von Maschinengewehren und kleinen Kanonen bestehen. Man würde ein solches Schiff höchstens mit 10 Geschützen von 20 cm, wie sie nach dem Washington-Abkommen zulässig sind, versehen können, wenn man etwas Fläche für die Flugzeugschuppen und für die Einrichtung der Munitionskammern opferte. Aber die Bewaffnung muß jedenfalls nur als Verteidigungsmittel für den Notfall angesehen und deshalb den Zwecken des Fliegens untergeordnet werden. Ein solches Schiff würde keine Torpedoarmierung erhalten, denn dieselben Gründe, die es für ein Flugzeugschiff nicht wünschenswert machen, daß es die Offensive in einem Artilleriegefecht ergreife, gelten in noch höherem Maße für alle Versuche, sich einem Feinde so weit zu nähern, daß ihm die Verwendung seiner Torpedorohre möglich würde. Das geschilderte Schiff würde eine Unterbringungsfläche für Flugzeuge von ungefähr 2576 m² erhalten und könnte damit 23 Bomben- und 28 Kampfflugzeuge mitführen. Alle Bombenflugzeuge und 14 von den Kampfflugzeugen würden unmittelbar vom Schuppen nach dem Flugdeck geschafft werden können. Große Werkstätten wären an Bord vorzusehen. Das Flugdeck würde 280,4 m Länge und 34 m Breite mit 2800 m² Landungs- und Abflugfläche erhalten. Es würde 200 t Bomben und Lufttorpedos, außer der Bewaffnung mit Maschinengewehren, den nötigen Vorräten an Brennstoff, Schmieröl usw., an Bord nehmen können. Das Gesamtfassungsvermögen an Brennstoff würde diesem Schiffe 2300 Seemeilen Fahrtbereich bei voller Geschwindigkeit und 10 000 Seemeilen bei 16 Kn sichern.

Die Schornsteine und Masten werden am zweckmäßigsten seitlich aufgestellt. Eine Kommandostelle ist in einem Deckaufbau zwischen Schornstein und Masten angeordnet. Dieser Aufbau könnte ungefähr 76,19 m lang sein und in dieser Länge die Breite des vorderen Decks auf

26,21 m verringern. Die Anforderungen der Schiffs- und Kampfleitung bedingen die Aufstellung eines Mastes zur Aufnahme der Artillerieleitung und der Navigationsapparate, die auch so weit wie möglich auf der einen Seite des Schiffes untergebracht werden müssen. Wenn man sich schon für die an sich ja ungewöhnliche Aufstellung des Mastes auf der einen Seite entscheidet, kann man auch die Schornsteinbauten auf der gleichen Seite unterbringen. Das 20 cm-Geschütz, das vor dem Aufbau in dessen Verlängerung aufgestellt wird, wird das Landen der Flugzeuge nicht erheblich beeinflussen. Diese Grundsätze sind ja auch schon auf den englischen Flugzeugschiffen „Hermes" und „Eagle" berücksichtigt worden, s. Abb. 5.

Anscheinend wird nach den gleichen Grundsätzen auch auf den amerikanischen Schlachtkreuzern „Lexington" und „Saratoga" verfahren, die ebenfalls zu Flugzeugschiffen umgebaut werden.

Andere Bauarten erscheinen weniger günstig. Bei einigen Schiffen hat man ganz auf Schornsteine verzichtet und die Abgase nach einer Reinigung, die ihr Volumen verringert, durch Öffnungen in der Seitenwand des Schiffes nach hinten abgeführt. Eine annehmbare Lösung würde auch darin bestehen, einen schmalen Aufbau anzuordnen, der die Schornsteine und Maste auf beide Seiten des Schiffes so verteilte, daß in der Mitte des Schiffes dieselbe Freifläche bliebe, wie wenn der Aufbau nur auf einer der beiden Seiten angeordnet wäre. Hierdurch würde eine bessere Führung der Verbrennungsgase von den Kesseln, eine geringe Verminderung der Schiffstiefe, des Gewichtes und der Kosten des Schiffes möglich. Die Anordnung würde fernerhin die Verwendung eines besonderen Tanks für die Stabilisierung des Schiffes überflüssig machen, der bei einseitigem Aufbau notwendig ist. Aber die Vorteile dieser Symmetrie werden leicht ausgeglichen durch die Nachteile, die sich daraus für das Manövrieren der Flugzeuge ergeben.

Abb. 5. Britisches Flugzeugschiff „Hermes".

Die Schwierigkeiten hinsichtlich der Anordnung der Schornsteine ließen sich stark vermindern, wenn man die Flugzeugschiffe in Zukunft statt durch Dampfmaschinen durch Verbrennungsmotoren antreiben würde. Das würde das Brennstoffgewicht, gleiche Leistung der Schiffe vorausgesetzt, um mehr als 60 vH verkleinern, und Gewicht wie Volumen der Abgase würden in noch größerem Verhältnisse verringert werden.

Der Verfasser prüft dann die Frage nach einem Flugzeugschiff von 33 000 t Verdrängung, wie es das Washingtoner Abkommen zuläßt. Indem er dessen Maschinenleistung auf 180 000 PS festlegt, sieht er für ein solches Schiff eine Geschwindigkeit von 36,3 Kn und eine Vermehrung der Nutztragfähigkeit vor, so daß die Mitnahme von 4 Bombenflugzeugen und 4 Kampfflugzeugen m e h r möglich ist als bei dem Schiff von 29 000 t Verdrängung, während die Bewaffnung die gleiche bleibt. Schließlich geht er mit der Verdrängung bis auf 36 000 t und erhält damit eine Vermehrung des Fassungsvermögens um 7 Torpedo- und 9 Kampfflugzeuge.

Alsdann vergleicht Williams die Kampfeigenschaften von Flugzeugschiffen und Schlachtschiffen gleicher Verdrängung.

Zunächst ist es klar, daß infolge der Kosten für Artillerie und Panzerung das Linienschiff viel teurer als das Flugzeugschiff wird. Man nimmt an, daß drei Flugzeugschiffe mit Flugzeugen und Artillerie nicht mehr kosten als zwei Linienschiffe. Das würde bedeuten, daß eine Flotte von Flugzeugschiffen nur ⅔ so viel kosten würde wie eine Flotte aus derselben Anzahl von Linienschiffen. Bei einer Verdrängung von 29 000 t beträgt die größte Geschwindigkeit des Flugzeugschiffes ungefähr 9½ Kn mehr als die des Schlachtschiffes, und sein Fahrtbereich ist bei wirtschaftlicher Geschwindigkeit jenem um 15 bis 20 vH überlegen.

Vergleicht man die relative Leistung der Schiffe in bezug auf ihren Kampfwert zur See, so wird man 50 Flugzeuge acht 38 cm-Geschützen in guter Schutzstellung gleich setzen können. Jedes Flugzeug kann einen Torpedo oder eine Bombe etwa im Gewicht einer 38 cm-Granate oder im Gewicht mehrerer Sprenggranaten ungefähr einmal zweistündlich 100 Seemeilen vom Schiffe entfernt abwerfen, bei langsamerer Schußfolge sogar ungefähr 250 Seemeilen vom Schiffe entfernt. Demgegenüber kann jedes 38 cm-Geschütz des Linienschiffes ein Geschoß mit 260 Pfund (113 kg) Sprengstoff etwa zweimal in der Minute bei einer größten Schußweite von 12 Seemeilen abfeuern. Wenn man ein Schiff wie das englische Linienschiff „Renown" von etwa 25 000 t Verdrängung mit einem Flugzeugschiffe vergleicht, wird dieses etwas mehr als 2½ Kn schneller fahren. Seine Hauptarmierung von ung 50 Flugzeugen wird sich mindestens mit den sechs 38 cm-Geschütze Linienschiffs vergleichen lassen. Das Hauptelement bei dem Leis vergleiche zwischen Flugzeugschiff und Linienschiff ist zweifello große Tragweite, die durch die Flugzeuge den Bomben usw., Mutterschiffe ab gerechnet, gegeben wird. Die grundlegende Sch des Flugzeugschiffes liegt in seiner Unfähigkeit, einem längeren griffe Widerstand zu leisten, und darin, daß seine Fähigkeit, in bindung mit anderen Flugzeugschiffen einen genügend zusammen ten, gleichzeitigen Angriff auszuführen, verhältnismäßig gering ist, es gilt, die Verteidigungsmittel des Linienschiffs gegen Bombenflug unschädlich zu machen. Bis jetzt scheint es nicht, als ob eine bel Anzahl Flugzeugschiffe irgendwelcher Art eine Schlachtschifflotte hi könnte, die Seeherrschaft aufrechtzuerhalten, wenn diese nicht zu auch auf den Widerstand einer sehr starken Flotte ähnlicher schiffe stößt. Die zahlreichen Flugzeuge einer Flotte von Flug schiffen können natürlich einer Flotte von Schlachtschiffen g Schaden zufügen. Ihre Mutterschiffe können sich außerhalb der S weite der großen Geschütze halten. Aber trotz alledem ist es glaublich, daß man sich die Seeherrschaft erhalten kann, wenn planmäßig dem Feinde aus dem Wege geht.

Es erscheint deshalb wenig wahrscheinlich, daß die Schlachts anzahl, die den verschiedenen Mächten nach dem Washington-Abko zugebilligt ist, dem Bau von Flugzeugschiffen geopfert werden Deren Aufgabe kann keinesfalls darin bestehen, die Hauptstreitkraf Flotte zu bilden, sondern nur darin, als Hilfsschiffe zu dienen. Flugzeuge werden wahrscheinlich für die Aufklärung nützlicher sei für den Angriff gegen Schlachtschiffe. Man kann übrigens auch Kompromiß zwischen Flugzeugschiffen und Schlachtschiffen mit sch Artillerie annehmen, wie es Si orge Thurston in seinem vorjäh Aufsatze des „Brassey" getan Er beschrieb darin ein Vers linienschiff, das vollständig g zert ist, eine Geschwindigkeit 30 Kn besitzt und als Hauptbe nung drei 40,5 cm-Geschütze ha auf dem Vorschiff konzentriert während das Hinterschiff zur U bringung eines Flugzeugschu dient und ein Landungs- und flugdeck besitzt. Außerdem Thurston noch eine Mittelart von 20 oder 19 cm-Geschützen lich des Schuppens vor. Eine artige Schiffseinheit kann nat sehr nützlich sein, wenn sie Flotte für Sonderzwecke zug wird, bei denen sie nicht dam rechnen hätte, daß sie mit der stärker bewaffneten feindliche nienschiffen in Berührung kommt Flugzeugschuppen vergrößert Abmessungen der Zielscheibe, die er nun einmal bildet, natürlich er würde sehr bald in Stücke gerissen werden, wenn er einem Artil angriffe ausgesetzt wäre. Deshalb dürfte es doch vorzuziehen sein die Flugzeugschiffe ausschließlich Flugzeugschiffe bleiben, kein schwere Panzerung erhalten, eine genügende Anzahl von Flugzeugen führen und eine ausreichende Geschwindigkeit bekommen, um sich j unerwünschten Kampfe entziehen zu können. Die Entwicklung s mehr dahin zu gehen, daß man Sonderbauarten herausbildet, die So aufgaben gewachsen sind, als daß man derselben Schiffseinheit schiedene Funktionen überträgt. Eine Flotte, die sich einerseits Flugzeugschiffen, anderseits aus schwer bewaffneten Schlachtschiffe sammensetzt, wird mächtiger sein als eine Kampfgruppe, die au gleichen Zahl von „Flugzeuglinienschiffen" besteht. [M 642]

Dieselelektrischer und unmittelbarer Antrieb von Motorschiffen in amerikanisc Beleuchtung.

Die leitenden Ingenieure T h a u und C o l e m a n n der We house Co. veröffentlichen in der „Nautical Gazette" die Ergebniss technisch-wirtschaftlichen Vergleichen des Antriebes der für den U in Motorschiffe bestimmten Fahrzeuge der amerikanischen staatl Handelsflotte. Für diese Umbauten sollen in den nächsten zehn J jährlich 25 Mill. $ ausgegeben werden. Bei den vorliegenden Entw handelt es sich um Schiffe der Baureihe 1015, die 9400 t Trag keit hat und mit Maschinen von 2650 bis 2800 Wellen-PS Leistun 12 Kn Geschwindigkeit ausgerüstet ist. In der amerikanischen öffentlichung sind unmittelbarer Antrieb durch schwere, langsamlau Dieselmaschinen der genannten Leistung mit 85 bis 105 Uml./min schnellaufende Dieselmaschinen mit 250 bis 270 Uml./min einander g übergestellt, deren Leistungen von 525 bis 850 PS_e für eine Maschin elektrischer Übertragung an die Schraubenwelle abgegeben werder 90 Uml./min macht.

Bei der e l e k t r i s c h e n K r a f t ü b e r t r a g u n g ist die Leonard-Schaltung dem Vergleich zugrunde gelegt worden, bei de Motorgeschwindigkeit durch Veränderung der den Stromerzeugern führten Erregerspannung geregelt wird. Bei dieser Anordnung w Nebenschlußdynamos benutzt, und Motoren sowohl wie Stromerz werden durch besondere Maschinen erregt. Das Motorfeld wird gleichbleibender Spannung und in gleichbleibender Richtung

Die Erregung der Stromerzeuger wird so verändert, daß Umlaufzahl und Drehrichtung der Motoren durch Spannung Polarität der Stromerzeuger beeinflußt wird. Bei dieser An-ng genügt eine Veränderung des Stromerzeugerfeldes von voller ung einer Richtung auf volle Spannung in andrer Richtung, um den von voller Kraft vorwärts auf volle Kraft rückwärts umzusteuern. ie Bedienung auch sonst einfach zu halten, legt man die Strom-ger in Reihenschaltung. Bei dieser Anordnung ist es unnötig, bei Stromerzeugern gleiche Umlaufgeschwindigkeiten einzuhalten. Bei er Erregung und bei gleichen Abmessungen der Stromerzeuger geringe Unterschiede in den Umlaufzahlen nur die Wirkung, daß die Gesamtleistung auf die einzelnen Stromerzeuger gemäß den hlichen Drehzahlen verteilt. Die Reihenschaltung der Stromerzeu-st daher für den Betrieb denkbar einfach. Die Ward-Leonard-nung hat im Schiffsbetriebe noch den Vorteil geringer Verluste Manövrieren des Schiffes, da man nur den schwachen, etwa 1½ vH nkerstromes betragenden Erregerstrom zu schalten braucht. Im menhang hiermit stellen sich auch die Instandhaltungskosten des ischen Teiles sehr niedrig.

eim Vergleich des unmittelbaren und mittelbaren Schiffsantriebes n folgende Gesichtspunkte in Betracht gezogen werden: Betrieb-heit, Gewicht, Raumbedarf, Brennstoffverbrauch und allgemeine bkosten.

oweit die Betriebsicherheit in Frage kommt, hat die elektrische bertragung vor allem den Vorteil mehrerer Kraftmaschinenein-, so daß der Ausfall eines und selbst mehrerer Dieselmotoren wohl schwindigkeit beeinträchtigt, aber das Schiff nicht in Gefahr bringt. l mit einem Viertel der Gesamtleistung stellt sich die Schiffsge-digkeit noch immer auf reichlich 60 vH der normalen bei voller nenleistung. Die geringen Zylinderabmessungen der schnellaufen-ieselmaschinen, der Fortfall einer besondern Ölkühlung für die und der Umsteuervorrichtung vereinfachen den Maschinenbetrieb rringern die Instandhaltungskosten. Die kleineren und leichteren nenteile und die Vielheit der Maschinen ermöglichen, die Maschinen d der Fahrt auf See auszubessern und zu überholen. Die elek-n Maschinen werden beim Manövrieren von der Brücke des s aus gesteuert, so daß Zeitverluste und Mißverständnisse der übermittlung fortfallen; dies ist vor allem für die Fahrt in engen ern von Vorteil. Die Versorgung der Motoren mit Druckluft be-t sich fast gänzlich auf die Einspritzluft, da zum Umsteuern keine braucht wird. Die elektrischen Teile sind in jeder Hinsicht be-her; alle Stromerzeuger und der aus zwei Teilen bestehende Motor einfach gebaut, daß sie sehr wenig Beaufsichtigung erfordern. e Gewichtverhältnisse sind je nach Wahl verschiedenartiger verschieden. Eine Berechnung der gesamten beim Umbau der durch Dampf getriebenen Schiffe in Frage kommenden Gewichte eßlich aller Hilfsanlagen und Zubehörteile ergab bei drei ver-nen Gegenüberstellungen im Durchschnitt einen Gewichtsvorteil t zugunsten des dieselelektrischen Antriebes. Hierbei sind aller-oppeltwirkende Motoren noch nicht zum Vergleich herangezogen , da sie die Verfasser der Abhandlung zum Antrieb von so großen noch nicht für genügend durchgebildet halten. Wenn man an-daß nur die Hälfte dieser Gewichtersparnis für Ladung ausge-erden kann, und das Schiff in regelmäßiger Fahrt im Jahre 42 000 Seemeilen zurücklegt, und ein normaler Frachtsatz zu erzielen ist, ergibt sich aus dieser Mehrtragfähigkeit eine jährliche Mehreinnahme von 12 200 $.

Der Raumbedarf ist beim dieselelektrischen Antrieb geringer als beim unmittelbaren, weil die Bauhöhe der Motoren sehr viel geringer ist und ein Teil des über ihnen liegenden Decks für Ladung ausgenutzt werden kann.

Die Baukosten stellen sich für beide Antriebarten ungefähr gleich, wenn angenommen wird, daß die Wellenleitungen der Dampfmaschinen-anlagen beibehalten werden. Bei dieselelektrischem Antrieb ist dies ohne weiteres möglich, bei unmittelbarem nur, wenn entweder die Leistung verringert oder die Umlaufzahl erhöht wird, da sonst die Wellen nicht den Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften entsprechen, die für Dieselmaschinen wegen des ungleichförmigen Drehmomentes besonders starke Wellenleitungen vorschreiben. Die Mehrkosten für den Einbau neuer Wellenleitungen stellen sich auf etwa 30 000 $. Der von den Gesamtkosten des Umbaues auf den eigentlichen Einbau entfallende Teil stellt sich bei elektrischer Übertragung etwas geringer als bei unmittelbarem Antrieb.

Der Brennstoffverbrauch ist für den Antrieb durch langsam laufende Maschinen wesentlich günstiger; er beträgt, gemessen an der Welle, 177 $g/PS_e h$, während bei elektrischer Übertragung 220 $g/PS_e h$ erforderlich sind. Dieser Mehrverbrauch von 24½ vH verringert sich infolge des gleichmäßigen Drehmomentes, der geringeren Umlaufzahl der Schraube und der besseren Ausnutzung des Brennstoffes bei verminderter Leistung jedoch auf etwa 20 vH für die Schiffe mit elektrischer Kraftübertragung. Bei einem jährlichen Mehrverbrauch von 345 t ergeben sich hierfür etwa 4500 $ Mehrkosten, die sich durch einen weiteren Mehrverbrauch für Hilfsmaschinen- und Ladewindenbetrieb auf 4707 $ erhöhen. Die übrigen Betriebkosten werden in beiden Fällen als gleich hoch angenommen, so daß auf Grund dieser Vergleichsrechnung ein Vorteil von 7493 $ zugunsten des dieselelektrisch getriebenen Schiffes bleibt. Rechnet man jedoch bei einer Reiselänge von 4200 Seemeilen das Gewicht des Mehrverbrauches an Treiböl hinzu, so verringert sich der Vorteil auf 3723 $.

Für den Antrieb der Hilfsmaschinen kommt nur Elektrizität in Frage, wobei sich die Brennstoffkosten auf weniger als ein Zehntel des bei Dampfantrieb mit Hilfskesseln erforderlichen Betrages stellen. Auch in bezug auf Reinlichkeit und sonstige Umstände hat der elektrische Antrieb aller Hilfsmaschinen an Deck und im Maschinenraum unleugbare Vorteile.

Eine Beurteilung dieser Ausführungen erfordert vor allem Berücksichtigung der Tatsache, daß sie auf dem Stande der amerikanischen Entwicklung der Motortechnik fußen. Der Bau von Dieselmaschinen ist in den Vereinigten Staaten rückständig, die Elektrizitätsindustrie hochentwickelt. Es handelt sich bei den zum Vergleich herangezogenen unmittelbar wirkenden Motoren anscheinend um reichlich schwere Viertaktmotoren. Einzelheiten technischer Art sind sehr unvollständig wiedergegeben. Es ist anzunehmen, daß das Mehrgewicht des unmittelbaren Antriebes bei Verwendung doppeltwirkender Zweitaktmotoren fortfallen würde. Damit würde die wirtschaftliche Überlegenheit des elektrischen Antriebes aber hinfällig werden, besonders wenn sich bei Fahrten mit anderm Reiseziel die Kosten des Treiböles höher stellen als in den amerikanischen Häfen. (Nautical Gazette 24. Oktober 24.)
[N 812] C.

BÜCHERSCHAU.

und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. 7, Abteilung Sortiment, bezogen werden.

te des Eisens. Von Dr. Otto Johannsen. Düsseldorf 1924, Stahleisen m. b. H. 236 S. m. 221 Abb. Preis Gm. 20.

Verein deutscher Eisenhüttenleute, der mit seiner „Gemeinfaß-Darstellung des Eisenhüttenwesens", die jetzt bereits in der Auflage erschienen ist, vorbildlich gezeigt hat, wie man weite echnisch grundlegend aufklären kann, schenkt heute Deutschland neinfaßlich dargestellte „Geschichte des Eisens", bearbeitet von mhaften Fachmann, Dr. Otto Johannsen. Das in jeder Be-mustergültig ausgestattete Buch enthält in gedrängter Form einen stoff, wie er meiner Kenntnis nach selten auf gleichem Raum in schen Literatur zu finden sein wird. Die knappe, klare, kurze vorzugende Darstellung ist besonders geeignet, den viel be-en Fachmann anzuregen, nicht nur zu blättern und sich die hen Abbildungen mit ihren guten Unterschriften anzusehen, Seite für Seite zu lesen.

Verfasser gliedert das Buch in vier große Abschnitte; auf wird die Urgeschichte des Eisens bei den Naturvölkern und den lturvölkern geschildert; das Mittelalter, das der Verfasser um 1500 beendet, weil hier durch die Erfindung des Hochofens entechnik eine vollständige Umwandlung erfährt, wird auf dargestellt. Es folgt sodann das Zeitalter des Holzkohlen-s auf 43 Seiten; der größere Abschnitt mit 128 Seiten ist mit r neuen Zeit, dem Zeitalter der Steinkohlentechnik vorbehalten. tellung ist weit entfernt von einer bloßen Aufzählung technischer Die Freude am Beruf durchzieht das ganze Werk, und eindrucks-das, was mit dem Eisenhüttenwesen zusammenhängt, behandelt. n sehr gut gewählte Beispiele aus der Verarbeitung des Eisens wir werden vertraut mit der Entwicklung des Gießens und ns, mit der Kohlen- und Erzgewinnung, der Aufberei-Erze, mit der Entwicklung der Steinkohlentechnik, der Koksgewinnung, und der Verfasser vergißt auch nicht, den Eisenhandel und die wissenschaftlichen Beziehungen des Eisenhüttenwesens darzustellen. In einzelnen Hauptkapiteln wird auch die Entwicklung in den Haupteisenländern kurz gezeigt. Die Bedeutung des Maschinenwesens für die Entwicklung des Hüttenwesens wird überall gewürdigt.

Nicht vergessen möchte ich, das sehr gut durchgearbeitete Namen- und Sachverzeichnis zu erwähnen, durch das die Auswertung des Buches sehr erleichtert wird.

Dr. Johannsen beginnt das Buch mit dem Satz:

„Wie der Schiffer den durchlaufenen Weg kennen muß, um seinen Schiffsort zu bestimmen und um den Kurs zu wissen, den er zu steuern hat, so muß der Techniker die Vergangenheit seines Faches kennen, wenn er an der Erhöhung des stolzen Baues der modernen Technik mitarbeiten will. Geschichtliche Kenntnisse sind es, die der Jugend die Erfahrung und die Reife des Alters verleihen."

und er fährt fort, daß deshalb dem eisenhüttenmännischen Nachwuchs diese kurze Übersicht, wie er bescheiden seine Geschichte des Faches nennt, gewidmet sei. Mit Recht aber fährt er fort, daß sich dieses Buch auch an alle Gebildeten wende. Er ist der Ansicht, daß wir in unsern Schulen nicht nur politische Geschichte und die Lebensgeschichte der Fürsten, Landesherren und Staatsmänner behandeln sollten, sondern daß man auch Kenntnis nehmen sollte von der Technik und ihrem Werdegang, dieser Kunst der heutigen Zeit, die oft viel stärker als die Eroberer und die Fürsten in die Speichen des Weltrades eingegriffen hat.

Es ist mit Freude zu begrüßen, daß ein so alter, angesehener Berufstand, wie es die deutschen Eisenhüttenleute sind, sich diese Auffassung zu eigen macht und nicht nur fordert, daß die Schulen hiervon Kenntnis nehmen, sondern daß er den Schulen und damit dem ganzen Volk auch das Material in so vorgearbeiteter Form bietet, wie es dieses Buch darstellt. Ich glaube, daß die Zeit heute reif ist, von solcher

Gabe umfangreichen Gebrauch zu machen, und deshalb zweifle ich nicht an der weiten Verbreitung der „Geschichte des Eisens“. Möge sie dazu beitragen, die für jeden Fortschritt unentbehrliche Freude am Beruf und am technischen Schaffen in weiteste Kreise zu tragen.

[E 835] C. Matschoß.

Theorie der Schüttelschwingungen und Untersuchung der Schüttelerscheinungen von elektrischen Lokomotiven mit Parallelkurbelgetrieben. Von A. Wichert. Forschungsheft 266. Berlin 1924, VDI-Verlag. 120 S. m. 138 Abb. Preis Gm. 12.

Schüttelschwingungen gehörten bekanntlich lange Zeit zu den unangenehmsten Erscheinungen bei elektrischen Lokomotiven. Von verschiedenen Seiten hat man versucht, sie theoretisch zu klären und vorauszuberechnen.

Der Verfasser hat als erster diese Schüttelschwingungen nicht nur an kleinen Modellen, sondern an einer Reihe von großen elektrischen Lokomotiven im Betrieb eingehend untersucht. Die Beschreibung und Erläuterung der dabei erhaltenen Diagramme bilden den Hauptwert des vorliegenden Werkes und sollten von jedem, der sich aus irgendeinem Grunde mit Schüttelschwingungen beschäftigt, beachtet werden.

Neben der Wiedergabe dieser Meßergebnisse scheint besonders wertvoll eine Zusammenstellung der verschiedenen Arten elektrischer Lokomotiven, ihrer kritischen Drehzahlen und der bei ihrem Betrieb beobachteten Störungen. Die für das Auftreten von Schüttelschwingungen maßgebenden Einflüsse, wie Stichmaßfehler, Elastizität der Stangen und Wellen, Lagerspiel, Motordrehmoment, Motorkennlinie, Einfluß der Schienenstöße, werden auf ihre Bedeutung hin untersucht, ferner werden die Einwirkungen der Schüttelschwingungen auf den Lokomotivkörper erläutert und Mittel zur Beseitigung der Störungen angegeben.

Für seine wertvollen Untersuchungen hat der Verfasser einen Normal-Torsiographen älterer Bauart benutzt. Da dessen Eigenfrequenz verhältnismäßig hoch war, haben, wie der Verfasser mit Recht schreibt, leider verschiedene seiner Ergebnisse nur qualitativen Wert. Neuerdings gibt es aber Torsiographen mit auswechselbarer Schwungmasse, deren Eigenfrequenz man ohne Störung der Genauigkeit bis auf 10 Per./min erniedrigen kann; bei späteren Versuchen empfiehlt sich daher die Anwendung eines solchen Meßgerätes, damit auch quantitativ richtige Ergebnisse erhalten werden. Das gäbe dann ein Mittel, die Erscheinungen richtig zu beurteilen und die dadurch hervorgerufenen Triebwerkbeanspruchungen aus den Diagrammen zu berechnen.

Abbildungen und Druck lassen nichts zu wünschen übrig.

[E 782] J. Geiger.

Versuche über den Einfluß von Frost auf Beton. Heft 10 der Mitteilungen über Versuche, ausgeführt vom Eisenbeton-Ausschuß des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines. Von Ing. Dr. K. Haberkalt und Ing. K. Naehr. Wien 1924, Österr. Staatsdruckerei. Preis Kr 5000.

Da bekanntlich Einstürze von Beton- und Eisenbetonbauten häufig auf mangelhafte Erhärtung des Betons infolge der Einwirkung von Kälte während des Abbindens zurückzuführen sind, wurde die Einwirkung von Frost auf Beton untersucht; dabei wurde festgestellt, daß für die Prüfung der Betonfestigkeit die gebräuchlichen Probewürfel und die Empergerschen Probebalken gleich verläßlich sind. Aus den Versuchsergebnissen geht hervor, daß auch schon kurzer Frost die Festigkeit von erhärtendem Beton verringert oder wenigstens die Erhärtung hemmt. Der Einfluß ist aber um so geringer, je älter der Beton vor der Frostwirkung war. Die Versuche wurden in Kühlräumen mit — 5 ° Kälte ausgeführt. Es zeigte sich hierbei, daß sich der Beton nach dem Aufhören der Frostwirkung wieder erholt und seine Verfestigung in normaler Weise fortsetzt. Weitere Versuche sollen zur Klärung der Frage dienen, warum die Güte des Betons leidet, wenn die Temperatur des Mischgutes wenig über 0 °C beträgt. [E 821]

Lehrbuch der technischen Physik für fortgeschrittene Studenten und Ingenieure. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von Prof. Dr. G. Gehlhoff. 1. Bd.: Maße und Messen, Mechanik, Akustik und Thermodynamik. 386 S. mit 248 Abb. Leipzig 1924, Joh. Ambrosius Barth. Preis geh. Gm. 17,50, geb. Gm. 20.

Seit rd. 100 Jahren gibt es deutsche, englische und französische Bücher der technisch angewandten oder Ingenieur-Physik. Diese Literatur ist, soweit französisch, völlig veraltet; in England gibt es seit 1922 ein fünfbändiges, bis auf die Schwierigkeiten des fremden Maßsystems recht brauchbares Dictionary of applied mechanics von R. Glazebrook, während man in Deutschland bis jetzt nur das eben in zweiter Auflage erscheinende Lehrbuch von H. Lorenz kennt. Dieses ebenfalls mehrbändige Werk behandelt aber in erster Linie die theoretisch zugänglichen Fragen der Mechanik und Thermodynamik.

Der als Förderer der technischen Physik erfolgreiche Herausgeber behandelt in dem vorliegenden, auf zwei Bände berechneten Werk den Stoff, den wir heute unter technischer Physik verstehen. Da die gestellte Aufgabe die Arbeitskraft eines einzelnen Menschen bei weitem übersteigt, hat er sich der Mitarbeit bekannter Fachleute, wie G. Berndt, L. Hopf, Th. v. Kármán, W. Hahnemann, H. Hecht, W. Meißner, G. Flügel, G. Altenkirch und R. Becker versichert.

Die Schwierigkeiten, Beiträge aus so vielen Federn gegeneinander abzugleichen, hat der Herausgeber im großen und ganzen glücklich überwunden. Die zahlreichen Unterabschnitte der einzelnen Kapitel sind abgerundet und jeder für sich leicht lesbar. Dies ist ein nicht zu unterschätzender Vorzug für Lehrbücher, die sich an die Welt des praktischen Schaffens wenden. Der Praktiker hat meist nicht die Zeit, sich i verwickelten Ableitungen der schulmäßigen Lehrbücher einzuarb Er verlangt, daß jeder selbständige Abschnitt ohne Nachschlage andern Stellen den behandelten Gegenstand klar umreißt.

Im einzelnen ist hervorzuheben, daß gerade die neueren F besonders berücksichtigt sind. Hopf und v. Kármán behandel die Kreisel- und Schwingungsfragen sowie die neueren Auffassunge Wesen der Flüssigkeitsreibung und der Turbulenz. Die Akusti W. Hahnemann und H. Hecht ist ganz im Sinne der techni Entwicklung aufgebaut, woran die Verfasser selbst beteiligt sind die theoretische Thermodynamik von W. Meißner schließt si Flügels technische Thermodynamik der Kraft- und Arbeitsmasc insbesondre der Dampfturbinen. Die Kältetechnik hat G. Al kirch und die Explosionsvorgänge R. Becker bearbeitet. Wohi blickt, überall findet man erfreuliche Arbeit, so daß sich das Buch viele Freunde erwerben wird. Hoffentlich läßt der zweite Band zu lange auf sich warten, damit dieses vorzügliche Hilfsmittel, jedenfalls ein ausführliches Sachverzeichnis beigegeben wird, rech in Gebrauch genommen werden kann. [E 793] W. H

Die Kommutatormaschinen für ein- und mehrphasigen Wechsel Von M. Schenkel. Berlin und Leipzig 1924, W. de Gruyter 259 S. m. 124 Abb. Preis geh. Gm. 10,50, geb. Gm. 12.

Schaltungsschemata für zwei- und dreiphasige Stabrotore. V J. Bolko. München und Berlin 1924, R. Oldenbourg. 57 S. m. 1 Preis Gm. 2,50.

Wähleramt und Wählvorgang. Von Joseph Woelk. München Berlin 1924, R. Oldenbourg. 28 S. m. 14 Abb. Preis Gm. 1,10.

Der ferne Klang. Empfangsprobleme der drahtlosen Telephonie. V Otto Kappelmayer. Berlin 1924, August Scherl. 347 S. m. 17 Preis Gm. 10.

Klingende Wellen. Rundfunkplaudereien. Von Joachim Boehe Berlin 1924, Dürr & Weber. 95 S. Preis Gm. 1,50.

La Soudure Electrique à l'arc métallique. Von S. Frimau Paris 1925, Gauthier-Villars & Cie. 132 S. m. 80 Abb. Preis

Principes généraux de l'Etirage et du Tréfilage. Von G. Soli Paris 1924, Gauthier-Villars & Cie. 235 S. Preis Fr. 15.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften T. IV: **Die Baumaschinen.** Der Schachtbau. Von H. Weihe. 3. Aufl. Leipzig 1924, W Engelmann. 114 S. m. 91 Abb. Preis geh. Gm. 6, geb. Gm.

Der Mörtel in der Denkmalpflege. Von Paul Ochs. Berlin 192 ein Deutscher Kalkwerke. 12 S. Preis Gm. 0,50.

Metallgesellschaft. Metallbank und Metallurgische Gesellschaft. S**tistische Zusammenstellungen über Aluminium, Blei, Kupfer, Quecksilber, Silber, Zink und Zinn.** Jg. 25 1913, 1919 bis 1923. furt a. M. 1924.

Betriebswirtschaftliche Zeitfragen. Herausgeg. von der Gesellsch Betriebsforschung. Heft 7: **Der Einfluß des Beschäftigungsgrad die industrielle Kostenentwicklung.** Von Herbert Peiser. 1924, Julius Springer. 22 S. m. 13 Abb. Preis Gm. 1,80.

Arbeitswissenschaft und Psychotechnik in Rußland. Von Fr Baumgarten. München und Berlin 1924, R. Oldenbourg.

Industrielle Psychotechnik. Monatsschrift, Angewandte Psycholo Industrie, Handel, Verkehr, Verwaltung. Herausgegeben von W. Moede. Berlin, Julius Springer. 1. Jahrg. H. 1/2, M 1924. Bezugspreis: 3 Hefte Gm. 5.

Taylor-Gilbreth-Ford. Gegenwartsfragen der amerikanischen und päischen Arbeitswissenschaft. Von I. M. Witte. München und 1924, R. Oldenbourg. 78 S. Preis Gm. 1,80.

Die Verwendung des Kalkes in den Industrien. Von Hans Ur Berlin 1924, Verein Deutscher Kalkwerke. 28 S. Preis Gm.

Dritte Jahresschau Deutscher Arbeit. Dresden 1924. **Textilauss** Amtlicher Führer. Dresden 1924, Verlag der Jahresschau De Arbeit. 200 S.

Normenblätter des Handelsschiff-Normenausschusses. Aufgestellt 1. September 1924 (ohne Gewähr). Berlin 1924, Julius Springer Preis Gm. 0,30.

Die Fermente und ihre Wirkung. Von Carl Oppenheime einem Sonderkapitel: Physikalische Chemie und Kinetik. Von Kuhn. 5. vollst. neubearb. Aufl. Liefg. III S. 321 bis 480. geh. Gm. 7,80.

Geschichte der Elementar-Mathematik. Von Johannes Tro Bd. 7. Stereometrie. Verzeichnisse. 2. verb. u. verm. Aufl. Ber Leipzig 1924, W. de Gruyter & Co. 128 S. Preis geh. Gm. 6, Gm. 7,50.

Mathematische Mußestunden. Von Hermann Schubert. 4 Neubearbeitet von F. Fitting. Berlin und Leipzig 1924, Gruyter & Co. 245 S. Preis Gm. 6.

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften. Herausgegeben v Schriftleitung der „Naturwissenschaften“. Bd. 3. Berlin 1924, Ju Springer. 404 S. m. 100 Abb. Preis geh. Gm. 18, geb. Gm. 19,

Mathematisch-Physikalische Bibliothek. Bd. 57: **Vektoranalysis.** V wig Peters. Leipzig und Berlin 1924, B. G. Teubner. 40 S. 24 Abb. Preis Gm. 0,80.

Astronomische Zeitschrift mit der Beilage Wissenschaft und und den Sonderberichten über neue Entdeckungen und Beobachtung Herausgegeben von Arthur Stenzel. Neue Folge 17. Jahrg. H burg 1924, Selbstverlag. Illustrierte Monatsschrift. Bezugspr den Jahrgang Gm. 12, Einzelheft Gm. 1.

Schluß des Textteiles.

Für die Schriftleitung verantwortlich: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer Berlin NW7 Sommerstr. 4a. — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuth

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

NR. 48 SONNABEND, 29. NOVEMBER 1924 BD. 68

INHALT:

Allgemeine Gesichtspunkte für den Bau von Martinöfen.

Mitteilungen aus dem eisenhüttenmännischen Institut der Technischen Hochschule, Breslau.

Von Prof. E. Diepschlag.

Besprechung der verschiedenen Arten des Wärmeüberganges. Anwendung der Theorie des Wärmeüberganges auf den Bau und Betrieb von Martinöfen. Die Entwicklung der Formen der Martinofenköpfe und Wärmespeicher in neuester Zeit.

Wärmeverhältnisse im Martinofen.

Die Gesetze des Wärmeüberganges beherrschen den Bau der Martinöfen. Es ist die Aufgabe gestellt, die in einer Gasfeuerung erzeugten Wärmemengen mit höchstem Wir[kun]gsgrade auf das Schmelzgut zu übertragen. Der Wirkungs[gr]ad wird maßgebend beeinflußt durch das erzielbare Temperatur[gefäll]e; erstrebenswert sind möglichst hohe Flammentemperaturen, [un]d zwar, da das Schmelzgut auf mindestens 1600 °C erhitzt [werde]n muß, solche, die erheblich höher liegen. Sie werden nur [erreic]ht durch Verwendung hochwertiger Gase oder durch Rege[nerati]vfeuerungen. Kohlenstaubfeuerungen erzielen ebenfalls die [gewün]schten hohen Temperaturen, ihre Anwendung im Martin[be]trieb wird erschwert durch die Schwierigkeit, die Aschen [unsch]ädlich zu machen und örtliche Überhitzungen zu vermeiden. [Die F]lammentemperaturen werden bis zum Höchstmaß gesteigert [durch] die richtige Bemessung der zur Verbrennung erforderlichen [Luftm]enge und durch die schnelle und vollkommene Durch[mi]schung von Gas und Luft.

Zur Erfüllung dieser Forderungen muß man einen geeigneten [Br]enner verwenden, der die Gase mischt und dem Ofenraum [zufüh]rt. Wenn auch bei andern Feuerungen solche Mischbrenner [versch]iedener Bauart bekannt und mit befriedigendem Erfolg in Be[trie]g sind, so ist die Anwendung des gleichen Grundsatzes [beim] Martinofen deshalb so schwierig, weil der Brenner nicht nur [die vo]rgewärmten heißen Gase dem Ofen zuführen muß, sondern [au]ch viel höher erhitzten Abgase aufnimmt, um sie zu den [Kamm]ern abzuleiten. Der Brenner kann daher nur aus hoch[feu]ersten Baustoffen hergestellt werden, in deren Natur es [lieg]t, daß sie die Ausführung zweckdienlicher Bauweisen [nur a]ngenähert gestatten. Es kommt noch als weitere Schwierig[keit] hinzu, daß in den Gaskanälen keine großen Druck[unterschied]e eingestellt werden können, die Kanal- und Brennerquer[schnitt]e daher verhältnismäßig groß sein müssen.

[E]rgibt sich so einerseits die Aufgabe, unter Ausnutzung [konstr]uktiver Möglichkeiten höchste Flammentemperaturen zu er[zielen], so muß anderseits angestrebt werden, die durch die Ver[bren]nung frei werdenden Wärmemengen in hohem Maße auf das [Me]tallbad zu übertragen. Aber nur diejenigen Wärmemengen [sind f]ür den Schmelzprozeß gewinnbar, die mit den über der [Tempe]raturhöhe des Bades vorhandenen Temperaturen verbunden [sind]. Die in der Flamme frei werdenden Wärmemengen gehen [auf di]e Punkte der Umgebung über, die eine geringere Tempera[tur ha]ben als die Flamme selbst, und um so mehr und um so [schnell]er, je größer der Temperaturunterschied ist. Nicht nur auf [das Me]tallbad werden Wärmemengen übertragen, sondern auch auf [das Ge]wölbe und die Wandungen des Ofens; von Wandungen und [Gewöl]be findet ebenfalls eine Wärmeübertragung an das Bad [statt,] wenn dessen Temperatur niedriger ist. Wegen der ungleichartigen Gestaltung der Wandungen ist deren gleichmäßige Erhitzung nicht denkbar, infolgedessen ist ein vielartiger Übergang von Wärmemengen: von der Flamme auf Wandungen, Gewölbe und Badoberfläche, vom Gewölbe auf das Bad und auf kältere Stellen der Wandungen oder selbst vom Bad auf die Wandungen, die Regel. Diese Verhältnisse machen die Vorgänge der Wärmeübertragung recht verwickelt, und es ist daher kaum möglich, an der Hand der über den Wärmeübergang bekannten Gesetze rechnerische Grundlagen für die bauliche Gestaltung des Herdraumes aufzufinden, zumal die auf diesen Gesetzen beruhenden Formeln Faktoren recht unsicherer Größenordnung enthalten.

Eine unmittelbare Übertragung von Wärme aus den Heizgasen erfolgt dadurch, daß die an der Badoberfläche und den Wandungen unmittelbar entlangstreichenden Gasteilchen so lange Wärmemengen abgeben, bis sie die Temperatur der berührten Oberfläche angenommen haben. Würden sämtliche Gasteilchen des Gasstromes mit der Oberfläche genügend lange Zeit in Berührung kommen, so würde sich für Badoberfläche und Gas eine gleich hohe mittlere Temperatur einstellen, die unter Berücksichtigung der an dem Vorgang beteiligten Stoffmengen und ihrer spezifischen Wärmen berechnet werden könnte. Dieser günstige Fall ist aber praktisch nicht erreichbar, vielmehr nimmt ein mehr oder weniger großer Teil des Gases an diesem unmittelbaren Wärmeaustausch nicht teil, und dieser Anteil läßt sich nicht ermitteln, weil Gesetzmäßigkeiten über Strömungen in sich bewegenden Gasen nicht bekannt sind. Bei den meisten die Oberfläche berührenden Gasteilchen ist ferner die Zeit für einen vollständigen Wärmeaustausch nicht groß genug. Wenn daher für diese Art des Wärmeüberganges durch unmittelbare Berührung, durch Konvektion, die Formel $Q = F z \alpha (t_1 - t_2)$ aufgestellt wird[1], so ist die Wärmeübergangszahl α eine schwankende Größe und wird beeinflußt durch die Strömgeschwindigkeit des Gases, die Wärmeleitziffer der beteiligten Stoffe und die Beschaffenheit und Form der wärmeaufnehmenden Flächen. Als rechnerische Grundlage kann sie auch deswegen nicht dienen, weil, wie schon erwähnt, die Temperaturunterschiede an allen Teilen des Ofens verschieden groß sind.

Die Verhältnisse sind indessen noch verwickelter, weil nicht nur ein Wärmeaustausch durch Konvektion stattfindet, sondern die Wärmeübertragung durch Strahlung einen bedeutend größeren Anteil an diesen Vorgängen hat. Aus der nach dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz abgeleiteten Formel über die Strahlung eines schwarzen Körpers $Q = F z \lambda \left(\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4\right)$ geht hervor, daß schon bei geringen Temperaturunterschieden ein schneller Wärmeaustausch stattfinden muß. Wenn dennoch durch konvektive Wärmeübertragung die Badoberfläche eine höhere Temperatur er-

[1] z = Zeit.

reicht als das Gewölbe, so findet ein rascher Wärmeabfluß durch Strahlung nach dort statt, und eine Temperatursteigerung des Bades erfolgt erst dann, wenn das Gewölbe entsprechend aufgeheizt ist. Hat dagegen das Gewölbe eine höhere Temperatur als das Metallbad, z. B. in der Einschmelzperiode, so findet von dort eine starke Wärmeübertragung statt. Die genügende Beheizung der Wandungen und des Gewölbes ist also für den Schmelzprozeß von großer Bedeutung, und es wäre am besten, wenn deren Temperatur sich über der Badtemperatur halten ließe. Dem sind aber leider durch die Eigenschaften der uns zur Verfügung stehenden Ofenbaustoffe Schranken gesetzt, ihre Feuerbeständigkeit reicht nicht aus, den im Ofen erzielbaren Flammentemperaturen standzuhalten.

Durch die Beheizung der der Innenseite des Ofens zugekehrten Fläche der Steine entsteht ein Temperaturgefälle in diesen Steinen und ein Wärmeabfluß nach außen. Die abfließenden Wärmemengen werden an die Umgebung abgegeben und gehen ungenutzt verloren. Die Menge dieser Wärmeeinheiten ist abhängig von der Größe der Ofenoberfläche, der Dicke der Wandungen, von dem Temperaturunterschied zwischen Ofeninnerem und Umgebung und von dem Wärmeleitvermögen der Baustoffe. Die Abhängigkeit kommt in der Formel $Q = F\,\lambda\,\frac{t_1 - t_2}{\delta}$ zum Ausdruck. Solange die Wärmeübertragung im Ofeninnern größer ist als der Wärmeabfluß, findet eine Aufheizung der Steine statt, damit vergrößert sich das Temperaturgefäll in den Steinen und die Menge der abfließenden Wärme, gleichzeitig vermindert sich im Ofeninnern das Temperaturgefälle zwischen Flamme und Steinfläche und entsprechend die Wärmeübertragung, bis zwischen diesen beiden Vorgängen ein angenäherter Gleichgewichtszustand erreicht ist; dann bleibt die Temperatur der Wandungen ungefähr gleich. Geschieht das erst bei Temperaturen, die über den Abschmelztemperaturen der Steine liegen, so werden die Steindicken so weit geschwächt, bis infolge der verminderten Wanddicke der Wärmeabfluß nach außen so beschleunigt wird, daß ein Gleichgewicht bei verminderter Innentemperatur wieder erreicht ist.

Stände ein Ofenbaustoff zur Verfügung, der bei den im Martinofen herrschenden Flammentemperaturen feuerbeständig wäre, so wäre die Wahl beliebig starker Ofenwandungen möglich, und es ließe sich der Wärmeabfluß nach außen so verringern, daß der Wirkungsgrad der Martinofenfeuerung ganz beträchtlich gesteigert werden könnte. Bei den heutigen Verhältnissen geht etwa ein Drittel der zugeführten Wärmemengen auf diese Weise verloren, und es besteht keine Aussicht, solange keine widerstandfähigeren Ofenbaustoffe bekannt und anwendbar sind, diese Verluste nennenswert zu vermindern. Es geht aus diesen Vorgängen aber auch hervor, wie wichtig es ist, für den Ofenbau nur beste feuerfeste Stoffe zu verwenden, weil nur dadurch eine Gewähr für genügende Wandstärken und geringst mögliche Wärmeverluste gegeben ist.

So unmöglich es erscheint, an der Hand der Formel über die Wärmeübertragung durch Leitung und des Strahlungsgesetzes für feste Körper im voraus die Gestaltung des Ofenraumes rechnerisch zu bestimmen, hat man doch eine angenäherte Anwendung dieser Gesetze versucht, um bei Öfen im Betrieb die Anwendungsmöglichkeit zu prüfen, indem man einerseits die dem Stahlbad zugeführte Wärmemenge berechnete und auf der andern Seite mit Hilfe der bekannten Formeln des Wärmeüberganges die übertragenen Mengen ermittelte. Es stellte sich dabei heraus, daß die so gefundenen Gesamtwärmemengen bei weitem nicht ausreichten, die vom Eisen aufgenommenen Wärmemengen aufzubringen.

Grundsätze für den Bau von Martinöfen.

Die auf Grund dieser Tatsache von der Wärmestelle Düsseldorf angestellten weiteren Ermittlungen führten zu dem bestimmten Ergebnis, daß die Gase eine bedeutende Eigenstrahlung haben und daß auf die unmittelbare Ausstrahlung der Gasteilchen auf die Umgebung der weitaus größte Anteil der gesamten Wärmeübertragung entfällt. Diese wichtige Feststellung führt zu dem Schluß, daß es weniger darauf ankommt, die Öfen auf möglichst guten Wärmeübergang durch Leitung hin zu bauen, als auf möglichst guten Wärmeübergang durch Strahlung der Gase. Die von einem festen Körper bei beliebigen Temperaturen ausgehenden Strahlen können bezüglich ihrer Wellenlängen sowohl im Gebiet der langwelligen Wärmestrahlen als auch der Licht- und ultravioletten Strahlen liegen; die Art der Verteilung wird durch das Plancksche Strahlungsgesetz dargestellt, ihre Intensität steigt mit der Temperatur. Die gesamte Intensität der Strahlung entspricht dem Werte, der durch das Stefan-Boltzmannsche Gesetz ausgedrückt wird. Die Wellenlängengebiete, die von Kohlensäure absorbiert werden, fallen nun mit dem Höchstwert der Intensität der Gesamtstrahlung zusammen und liegen im Gebiet der Wärmestrahlen; ein ähnliches Verhalten zeigt der Wasserdampf ... demselben Maße, wie diese Gase die Eigenschaft haben, W... zu absorbieren, senden sie auch Wärme aus. Die Intensität ... Gesamtstrahlung eines Gasstromes nimmt zu mit der Schicht...

Auf Grund vorstehender Ermittlungen würden für ... Martinofenbau folgende Grundsätze ins Auge zu fassen sein:

1. Erzielung höchster Flammentemperaturen durch An... dung geeigneter Mischbrenner, Beobachtung des richtigen M... verhältnisses von Gas und Luft und hohe Vorwärmung dieser ...
2. Begünstigung der Wärmeübertragung durch Eigen... lung der Gase unter Verwendung von CO_2- und H_2O-rei... Gasen und Anwendung großer Schichtdicke der Flamme; ...
3. beschränkte Größenabmessungen des Ofenraumes, ger... Ofenoberfläche, große Wanddicken, um den Wärmeabfluß ... außen klein zu halten.

Wäre der Bau eines Martinofens nur nach diesen Gesi... punkten angängig, so ließen sich die rechnerischen G... lagen für die Festlegung seiner Abmessungen mit einiger A... näherung finden. Es ließe sich auf der einen Seite der W... bedarf für die Schmelzung und Überhitzung berechnen un... Strahlungsverluste mit größerer Annäherung finden, weil ... Anteil verhältnismäßig gering wäre, auf der andern Seite w... nach Berechnung der möglichen Flammentemperatur die ... wendenden Gasmengen zu ermitteln sein, die wieder die G... lage für die Bemessung des Ofenraumes, die Größe de Z... führkanäle und ungefähr die Abmessungen der Wärmesp... ergäben.

Die Beschaffenheit und geringe Feuerbeständigkeit ... Ofenbaustoffe gestattet aber nicht die uneingeschränkte A... dung obiger Grundsätze für den Ofenbau; die Wandungen ... Gewölbe dürfen die Temperaturen der Flammengase nic... reichen, sonst schmelzen sie ab.

Man verhütet heute allgemein diese Wirkung, indem ... die Flamme von dem Gewölbe ablenkt, ihr eine Führung ... daß sie schräg nach unten auf das Bad gerichtet ist. Da... wird erreicht, daß sich die Punkte höchster Temperaturen im ... raum näher an der Badoberfläche, entfernter vom Gewölbe be... und ein größerer Anteil der nach allen Richtungen sich fort... zenden Wärmestrahlen auf das Bad entfällt, daß ferner der W... übergang durch Leitung auf das Bad größer wird. Ist alle... die Temperatur des Gewölbes niedriger als die der Badober... etwa hervorgerufen durch zu große Ofenhöhe, so findet ... ein stärkerer Wärmeabfluß nach oben statt. Ein weiteres ... zum Schutz der Ofensteine besteht in der Anwendung ... eigneter Wasser- und Luftkühlung. Sie ist nur so weit a... bar, als nicht durch diese Maßnahme kalte Stellen im Ofe... erzeugt werden. Da der Wärmeabfluß durch das Mauerwe... zunehmender Steindicke abnimmt, bei gleichbleibender B... lung die Steinflächen um so heißer werden, je dicker die Wa... ist, werden die Steine an den Stellen am meisten abschm... die am dicksten sind. Sie können durch künstliche K... geschützt werden. Die Größe des Wärmeflusses in den Wan... läßt sich rechnerisch nicht ermitteln, weil die Intensität d... strahlung an den einzelnen Stellen der Wandungen nicht b... ist, und da die Summe der Wärmeverluste verhältnismäßig g... wegen der geringen Wanddicken, ist auch die Festsetzung de... baren Wärmeüberganges so unsicher, daß von vornherein ... nungsmäßig Grundlagen für den Bau der Martinöfen, sel... Kenntnis der Gesetze des Wärmeüberganges, nicht zu e... sind. Solche Untersuchungen wären beispielsweise wich... die richtige Festsetzung der Gewölbehöhe des Ofens. Zu ... Höhe hat sehr große Wärmeverluste und erhebliche Verlän... der Einsatzdauer zur Folge, zu geringe Höhe starkes Absch... ebenfalls große Wärmeverluste und Gefährdung der Halt...

Bauformen von Martinöfen.

Infolge der Unmöglichkeit, durch rechnerische Ermittl... der Wärmeübergangzahlen die Ofenabmessungen im vorau... legen zu können, hat sich der Martinofenbau nur langsa... wickelt, indem durch Betriebsversuche Änderungen der Bau... und Abmessungen in bezug auf ihre Wirkung auf Lei... fähigkeit und Haltbarkeit des Ofens ausgeprobt werden ... Die Versuche waren gehemmt durch die Notwendigke... Leistungsfähigkeit des Betriebes nicht zu gefährden, u... schwert durch die noch ungeklärten Vorgänge des Wärm... ganges. Es haben sich im Laufe der Entwicklung ... Grundformen herausgebildet, und erst in neuester Zeit i... Beschleunigung in der folgerichtigen Bearbeitung der A... erkennbar.

Entsprechend dem Stand unseres Wissens entspräc... Bauform etwa nach Abb. 1 am meisten den günstigsten W... übergangsbedingungen — gute Mischung von Gas und Lu...

…ge Ausfüllung des Herdraumes mit der Flamme —, wenn … die Haltbarkeit des Gewölbes eine genügend starke Be-…ng verböte. Tatsächlich sind noch vor wenigen Jahren in …chland diese kopflosen Öfen in Betrieb gewesen. Das Ab-…lzen des Gewölbes konnte nur durch geringe Gaszufuhr ver-…t werden, die Folge war eine sehr lange Einsatzdauer. …llen andern bisher bekannten Ausführungen der Brenner …t die Flammenführung auf die Badoberfläche zum Ausdruck. …chont dadurch das Gewölbe und begünstigt den konvektiven …eübergang auf das Bad.

…iesem Vorgang wurde allerdings bisher zu große Bedeu-…beigelegt. Der Gedanke, durch gute Mischung von Gas und … eine hohe Flammentemperatur zu erzielen, tritt in der …en Entwicklung immer mehr zutage. Bei der bisher bei …blichen Bauart der Ofenköpfe, Abb. 2, vereinigen sich Gas …uft im Herdraum. Auf das in den Ofen eintretende Gas

…Abb. 1. Martinofen, ältere Bauart.

Abb. 2. Gewöhnliche Bauart des Ofenkopfes für Martinöfen.

Abb. 3. Bernhardt-Kopf.

…b. 4 und 5. Bernhardt- oder Märzöfen.

Abb. 6 und **7.** Mollofen, Bauart I.

Abb. 8 und **9.** Mollofen, Bauart II.

… der heiße Luftstrom, und an der Berührungsstelle be-… sofort die Verbrennung. Die Abgase schieben sich …en Gas- und Luftstrom, wenn nicht durch Wirbelungen, …gerufen durch den Widerstand an der Badoberfläche, und … verstärkten Auftrieb der erhitzten Gase eine Mischung von …Luft und Abgas erzeugt wird. Die nachfolgende Verbren-… ist mit verbrannten Gasen in zunehmendem Maße belastet, …ch wird die Verbrennung verlangsamt und die Flammen-…ratur gedrückt. Ein ähnlicher Vorgang spielt sich bei den …nderbauarten bekannten Bernhardt- und Märzöfen, …3 bis 5, ab. Hier wird nur dem Gas eine gute Führung …, während die Luft gewissermaßen in den Gaswirbel hinein-…en wird.

…n letzter Zeit ist die Aufgabe, eine ideale Verbrennung her-…führen, erneut in Angriff genommen worden. Es wird ver-… Gas und Luft in einem besondern Mischraum zu mischen …ieses Gemisch im Herdraum zur Verbrennung zu bringen. … die Verbrennung nicht schon im Mischraume stattfindet, …dort eine hohe Strömgeschwindigkeit herrschen. Dies wird …ht durch Ermittlung der Strömungsquerschnitte durch Ver-… Eine solche Bauart ist der in Deutschland entstandene …ofen, Abb. 6 bis 9, er hat eine Ähnlichkeit mit dem …fen, jedoch berühren Gas und Luft einander nicht erst über …Herd, sondern schon vorher in einem Mischraum. Die …m Mollofen auf mehreren Werken erzielten günstigen Be-…rgebnisse lassen eine Überlegenheit gegenüber den bis-…n Öfen erkennen; bei 30 t-Öfen sind beispielsweise Lei-…n von 28 bis 30 Schmelzungen in der Woche erzielt worden, …t-Öfen sogar 37 bis 38 bei kaltem Einsatz. Wenn Versuche mit Mollöfen nicht an allen Orten gleich gute Ergebnisse erbracht haben, so ist immer die Annahme möglich, daß die vorliegende Bauausführung die richtige Flammenentwicklung noch nicht gewährleistet.

Die Amerikaner haben ebenfalls bei ihren neueren Bauformen der richtigen Verbrennung erhöhte Aufmerksamkeit zugewandt und Ofenköpfe entworfen, die eine Mischkammer vor dem Herdraum haben. Zu diesen Öfen gehört z. B. der Venturilineofen, Abb. 10 und 11, der auf mehreren Werken der Vereinigten Staaten in Betrieb ist. Die Durchmischung der Gase wird hier noch dadurch gefördert, daß die Zuführkanäle für Gas und Luft schräg auf die Mittellinie des Ofens gerichtet sind. Es ist auch bei diesen Bauformen notwendig, die günstigsten Abmessungen des Mischraumes durch Versuche festzustellen, weil nur dann eine gute Wirkungsweise des Ofens denkbar ist. Es darf aber die im Mischraum liegende Einschnürung des Strömquerschnittes nicht zu stark gewählt werden, weil sonst der Strömwiderstand der Gase zu stark anwächst und die in der Zeiteinheit dem Ofen zuzuführenden Wärmemengen nicht ausreichen, um den Schmelzvorgang befriedigend durchzuführen.

Es muß beachtet werden, daß infolge der vorhergehenden Mischung die Verbrennung auf kleinem Raum und mit hoher Temperatur erfolgt. Die Badoberfläche wird also in der Nähe des gasgebenden Kopfes stark geheizt, die Flammengase können aber, namentlich bei langen Herden, in der Nähe des gasabführenden Kopfes das Temperaturgefälle schon ausgeglichen haben, so daß dort eine Beheizung nicht mehr stattfindet. Dieser Zustand kann sich so stark ausprägen, daß die Schlacke auf der einen Seite stark überhitzt und auf der andern Seite steif ist. Wenn daher durch konstruktive Maßnahmen die Verbrennung beschleunigt, auf kleinen Raum beschränkt wird, so kann der Erfolg einer solchen „Bunsenflamme" fraglich sein, weil sie zu kurz ist. Die Flamme muß dann dadurch wieder länger gemacht werden, daß dem Ofen größere Gasmengen in der Zeiteinheit zugeführt werden. Die Mittel hierfür sind jedoch beschränkt. Es ist nicht angängig, den Gasdruck vor dem Ofen beliebig zu steigern, weil dann ein Überdruck im Herdraum entsteht, der zu großen Gasverlusten führt; es können nur so viel Abgase aus dem Ofen geführt werden, wie der Leistungsfähigkeit des Kamins entspricht. Ist durch den Bau von Mischkammern sowohl der gasgebende als auch der gasabführende Kopf verengt, so ist der Strömwiderstand in den Kanälen an zwei Stellen vergrößert und das nutzbare Druckgefälle entsprechend geringer.

Diesen Verhältnissen haben die Amerikaner Rechnung getragen, indem sie bei einigen neueren Öfen die durch die Misch-

Abb. 10 und 11. Venturiline-Ofen.

Abb. 12 und 13. Eglerofen mit wassergekühltem Schieber, mit wassergekühltem Ventil.

Abb. 15 und 16. Wärmespeicherbauart mit Vermeidung scharfer Knicke.

Abb. 17 und 18. Wärmespeicher... Erweiterung der Zuführkanäl...

kammer verursachte Stauung des Gasstromes durch Erweiterung der Abgasquerschnitte ausgeglichen haben. Sie haben damit ein neues Mittel für den Martinofenbrenner angewandt: wassergekühlte Schieber oder Ventile, die die beliebige Drosselung oder Erweiterung der Querschnitte gestatten.

Solche Öfen sind unter dem Namen „Egleröfen" bereits bekannt, Abb. 12 und 13. Bei ihnen befindet sich ein mittlerer Abströmkanal in den Ofenköpfen, der bei den gasgebenden Köpfen geschlossen wird und bei den abziehenden Köpfen offen bleibt. Es besteht auch eine Ofenbauart, bei der das Verengen des Einströmkanals und Erweitern des Abgaskanals zwangläufig erfolgt; Abb. 14 zeigt schematisch die Wirkungsweise der Einrichtung.

Abb. 14. Ofenbauart mit zwangläufigem Verengen des Einström- und Erweitern des Abgaskanals.

Bauformen für Wärmespeicher.

Der Grundsatz, daß für den Martinofenbau die Gesetze des Wärmeüberganges maßgebend sind, ist nicht nur gültig für den Ofen selbst, sondern auch für die Wärmespeicher. So groß der Anteil der Eigenstrahlung der Gase für den Wärmeübergang im Ofenraum ist, hat dieser Vorgang für die Wärmespeicher nur untergeordnete Bedeutung, erstens weil in den einzelnen Strömkanälen nur sehr geringe Schichtdicken der Gase vorhanden sind, und zweitens, weil namentlich in den Luftkammern bei Wärmeentnahme die wärmestrahlenden Gase CO_2 und H_2O fast ganz fehlen. Es ist wahrscheinlich, daß für die Wärmespeicher der Hauptanteil des Wärmeüberganges der Leitung zufällt. Zahlreiche Laboratoriumsversuche haben dazu geführt, bei verschiedenen Baustoffen die Wärmeübergangzahl in Abhängigkeit von der Temperatur und der Strömgeschwindigkeit zu messen. Es wäre für die Berechnung der Wärmespeicherabmessungen das Gegebene, diese Werte in Anwendung zu bringen. In der Formel für den Wärmeübergang, aufgestellt von Nusselt, $k = \alpha \frac{\lambda_{\text{wand}}}{\vartheta^{1-m}} \left(\frac{W_{tp} - C_{tp}}{\lambda}\right)^m$, findet sich als unbestimmbarer Faktor die Strömgeschwindigkeit. Es wäre nur möglich, für den Wärmespeicher diese Gleichung anzuwenden, wenn die Strömgeschwindigkeiten in sämtlichen Kanälen bekannt oder meßbar wären. Das ist aber nicht der Fall, und solange daher eine solche Bestimmungsmöglichkeit nicht gegeben ist und solange die Bauart der Wärmespeicher den Gesamtgasstrom durch eine große Zahl von parallelen Strömkanälen leitet, ist die Benutzung der Nusseltschen Formel bei der Berechnung der Wärmespeicher nicht möglich. Um einen Anhalt für die günstigsten Abmessungen der Wärmespeicher zu bekommen, muß man danach streben, die Wärmeübergangzahl bei bestehenden Martinöfen in möglichst vielen Fällen zu ermitteln, die Kammerbauarten mit günstigsten Werten auf ihre Abmessungen und Eigenart zu untersuchen und diese Ergebnisse als Grundlage bei Neubauten zu benutzen. Die Wärmespeicher mit günstigster Gesamt-Wärmeübergangzahl sind zweifellos solche, bei denen die Gasmengen auf die vorhandenen Kanäle gleichmäßig verteilt sind. Die Bauarten, bei denen mehrere Kanäle kaum von den Gasen berührt werden, während durch verhältnismäßig wenige der Hauptgasstrom hindurchgeleitet wird, haben zweifellos die ungünstigsten Wärmeübergangziffern.

Abb. 19 und 2... Wärmespeicher für ...öfen mit schachta... Gestalt der Kamm...

Die richtige Ausführung der Wärmespeicher ist daher in erster Linie eine Entwurfsfrage mit dem Gesichtspunkte, die G... teilung zu begünstigen und möglichst an allen Stellen ... große Reibungswiderstände zu schaffen. Dieses Streben i... neueren Wärmespeichern zweifellos zu erkennen. Man verm... soweit es die örtlichen Verhältnisse gestatten, scharfe K... in der Strömrichtung, Abb. 15 und 16, erweitert auch wohl d... führkanäle schon vor Eintritt in den Wärmespeicher, Ab... und 18, oder wählt, wie es neuerdings bei englischen Öfe... schehen ist, Abb. 19 und 20, eine schachtartige Gestal... Kammern. [B 9]

Zur Theorie der Luftschrauben.

Von Th. Bienen und Th. v. Kármán, Aachen.

Die vorliegende Arbeit behandelt vornehmlich die Berechnung der Luftschrauben. Die Ergebnisse gelten jedoch in sinngemäßer Übertragung auch für Schiffsschrauben. Die Anwendung auf Axialturbinen (Kaplanräder) soll in einer weiteren Arbeit gegeben werden.

ie neue Auffassung über die Wirkungsweise und den Widerstand der Tragflächen hat Veranlassung gegeben, auch die Theorie der Luftsschrauben um-...iten. Der wesentliche Fortschritt in der von Prandtl ...benen Tragflächentheorie ist eine klare Trennung des ...nnten „induzierten" Widerstandes, d. h. des ...standes, der bei gegebenen Maßverhältnissen der Trag-... und bei einem bestimmten Auftrieb unvermeidlich ist, von ...ogenannten Profilwiderstand. Eine Verbesserung ...duzierten Widerstandes liegt bei gegebenen Maßverhält-..., insbesondere bei gegebenem „Seitenverhältnis" (Verhält-...r Tragflügeltiefe zur Spannweite) nur in sehr geringem ...n der Hand des Konstrukteurs; durch Prandtl und seine ...r ist gezeigt worden, daß man bei gegebenem Gesamtauf-... eine günstigste Auftriebverteilung längs der Spannweite ...men kann, die den kleinsten induzierten Widerstand erzeugt, ...aß Abweichungen von der Auftriebverteilung, die gewöhn-... der Praxis vorkommen (von außergewöhnlichen Fällen, wie ... Unterbrechung des Flügels usw., abgesehen), nur wenig ...ung am induzierten Widerstand zur Folge haben. Infolge-... ist es in der Praxis im allgemeinen gebräuchlich ge-...n, den Gesamtwiderstand eines Tragflügels oder auch ... Gesamtflugzeuges mit diesem unvermeidlichen Wider-... in Vergleich zu setzen. Dieser spielt im Flugzeugbau ...lie Rolle wie der Wirkungsgrad des thermischen Ideal-...ses bei Wärmekraftmaschinen. Zur Beurteilung des ...rades eines Flugzeuges ist es nach diesen Anschauungen ... richtig, einfach das Gleitverhältnis $\frac{\text{Widerstand}}{\text{Auftrieb}}$ anzu-... Man hat vielmehr zu prüfen, um welches Maß der Flug-...iderstand den durch das Seitenverhältnis bedingten un-...dlichen induzierten Widerstand übersteigt.

...s liegt nun nahe, denselben Gedankengang auf die Be-...ungen über Luftschrauben zu übertragen. Wenn man ge-... ist, muß man sogar sagen, daß die Festlegung der ideellen ...en, der unvermeidlichen Verluste, in der Theorie der ...hrauben viel früher angebahnt wurde als in der Theorie ...agflügels. Die sogenannte Strahltheorie, von Rankine[1]) ...hre 1865 zuerst aufgestellt, ist eigentlich nichts anderes ... Berechnung des Hauptanteils der unvermeidlichen Ver-... Die Übertragung der Prandtlschen Gedanken, wie sie ...von Föttinger[3]) und Betz[4]) vorgenommen wurde, ... im wesentlichen zu einer Erweiterung und Verfeinerung ... Strahltheorie. Die Erweiterung besteht lediglich darin, ...– während Rankine nur die axialen Geschwindigkeits-...nenten berücksichtigte — die Verluste infolge der Strahl-...ng mitberechnet werden; die Verfeinerung entspricht da-... der Aufsuchung des Minimalwiderstandes bei Tragflächen, ... jene günstigste Schubverteilung über die Schraubenkreis-... gesucht wird, bei der — gleichen Gesamtschub vorausge-... – die Schraube den kleinsten Energieverbrauch aufweist. ...lich ist wenigstens in erster Näherung der Einfluß der ...zahl untersucht worden, während die ursprüngliche Strahl-... unendlich dichte Flügelfolge angenommen hat.

...ie sogenannte erweiterte Schraubenstrahltheorie ist ...ach benutzt worden, Berechnungsgrundlagen für Luft-...ben zu gewinnen. Leider lassen diese Darstellungen[5]) ... an Übersichtlichkeit zu wünschen übrig, und insbesondere ...nt man durch sie keine Grundlage zur Beurteilung gegebener Schrauben bei verschiedenen Betriebszuständen, wie dies für ein Flugzeug das einfache Polardiagramm ohne weiteres bietet. Der Zweck dieser kleinen Arbeit ist einerseits eine einfache, jedoch für praktische Zwecke genügende Ableitung der Berechnungsgrundlagen, anderseits eine Darstellung der Kenngrößen und Kennlinien, die zur Auswertung der Versuchsergebnisse geeignet ist, indem sie unmittelbar die Trennung des unvermeidlichen und des schädlichen Arbeitverbrauchs ermöglicht und daher denselben Dienst wie das Polardiagramm für die Tragfläche leistet.

Wir gehen dabei so vor, daß wir zuerst die einfachen Betrachtungen angeben, welche die Verluste zusammengefaßt im Durchschnitt berücksichtigen, indem man sich den Schraubenschub gleichmäßig über den Schraubenstrahl verteilt denkt, und dann zur feineren Betrachtung über die günstigste Schubverteilung übergehen.

Die einfache Strahltheorie.

Es bezeichne

- d [m] den Durchmesser, R [m] den Halbmesser } des Schraubenkreises,
- w [m/s] die Fluggeschwindigkeit bzw. die Zuflußgeschwindigkeit relativ zur Luftschraube in großer Entfernung vor dieser,
- u [m/s] die Umfangsgeschwindigkeit der Schraubenflügelspitze,
- ω [1/s] die Drehgeschwindigkeit der Luftschraube,
- w' [m/s] den Geschwindigkeitsunterschied im Luftstrom vor und hinter der Schraube, beide in genügend großer Entfernung gemessen,
- γ [kg/m³] das spezifische Gewicht der Luft,
- g [m/s²] die Beschleunigung der Erdschwere,
- S [kg] den Schub,
- M [kgm] das zum Antrieb der Schraube nötige Moment,
- L [kgm/s] die dem Moment entsprechende Leistung.

Betrachten wir die Strömungsverhältnisse relativ zum Schraubenkreis und sehen wir von den Umfangskomponenten der Luftgeschwindigkeit zunächst ab, so folgt aus dem Impulssatze, daß der Schub

$$S = \frac{G}{g} w' \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (1),$$

beträgt, wenn G das in der Sekunde durch die Schraubenkreisfläche durchströmende Luftgewicht bedeutet.

Anderseits ist die unvermeidlich aufzubringende Arbeit gleich der sekundlichen Zunahme der lebendigen Kraft

$$L = \frac{G}{2g}\left[(w+w')^2 - w^2\right] = \frac{G}{2g}(2ww' + w'^2) \quad \ldots (2).$$

Bezeichnen wir nun die Durchschreitungsgeschwindigkeit der Luft durch die Schraubenfläche mit w_s, so kann man die Arbeitsleistung der Schraube so auffassen, daß diese relativ zur Luft durch die Kraft S mit der Geschwindigkeit w_s bewegt wird. Es ist infolgedessen

$$L = S w_s$$

oder mit Benutzung von Gl. (1) und (2)

$$L = \frac{G}{g} w_s w' = \frac{G}{g}\left(w + \frac{w'}{2}\right) w'.$$

Es folgt daraus, daß die Durchschreitungsgeschwindigkeit

$$w_s = w + \frac{w'}{2} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (3)$$

ist, d. h. die Geschwindigkeitsvermehrung w' sich in gleichen Teilen auf die Strecken vor und hinter der Schraube verteilt.

Die Gl. (3) liefert uns das durchströmende Luftgewicht

$$G = \gamma R^2 \pi w_s = \gamma R^2 \pi \left(w + \frac{w'}{2}\right),$$

so daß wir erhalten

$$S = \frac{\gamma}{g} R^2 \pi \left(w + \frac{w'}{2}\right) w' \quad \ldots \ldots \ldots (1a),$$

$$L = \frac{\gamma}{g} R^2 \pi \left(w + \frac{w'}{2}\right)^2 w' \quad \ldots \ldots \ldots (2a).$$

[1]) Rankine, On the Mechanical Principles of the Action of Propellers. ...tions of the Institution of Naval Architects Bd. 6 (1865).

[2]) Früher unterschied man zwischen der Strahltheorie der Schrauben ...wischen der oft nach Froude benannten Flügelblattheorie. ...erscheint die erstere als Berechnung der unvermeidlichen, induzierten ..., die andere liefert dagegen die Berücksichtigung des Profilwiderstandes. ... bemerkt werden, daß H. Reißner derjenige war, der unseres Wissens ...eine Verbindung beider Theorien angebahnt hat.

[3]) Föttinger, Neue Grundlagen für die theoretische und experimentelle ...lung des Propellerproblems, Jahrb. d. Schiffsbautechn. Gesellsch., Bd. 19 ... 385.

[4]) A. Betz, Schraubenpropeller mit geringstem Energieverlust, mit einem ... von L. Prandtl, Nachr. d. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen, Math.-physik. ... S. 193. A. Betz, Eine Erweiterung der Schraubenstrahltheorie, Zeit... für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt Bd. 11 (1920) S. 105.

[5]) Seitdem wir dies geschrieben haben, sind allerdings in kurzer Folge ...beiten erschienen, welche denselben Zweck verfolgen, wie die unsrige ... ihr auch manche Berührungspunkte haben, namentlich von Moeller, ... 8 (1924) S. 675, und H. Hembold, Z. f. Flugtechnik u. Motorluftschiff-... d. 15 (1924) S. 150). Wir haben, um die Einheitlichkeit der Darstellung ... stören, unsere Arbeit unverändert gelassen und auf die Punkte, die bei ...annten Verfassern ähnlich behandelt werden, in Fußnoten hingewiesen.

Rechnet man aus (1a) die Geschwindigkeitszunahme w' aus, so erhalten wir

$$w' = w\left[\sqrt{1+\frac{S}{\gamma F \frac{u^2}{2g}}}-1\right].$$

Wir führen die dimensionslose Größe

$$\sigma = \frac{S}{\gamma F \frac{u^2}{2g}},$$

d. h. das Verhältnis des Schubs zu der gesamten der Fluggeschwindigkeit entsprechenden Staudruckkraft auf die Schraubenkreisfläche, ein und nennen sie „Belastungsgrad". Dann ist

$$w' = w\left[\sqrt{1+\sigma}-1\right] \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (4)$$

und die Leistung

$$L = \frac{\gamma}{g}\frac{R^2 \pi w^3}{4}\sigma\left[1+\sqrt{1+\sigma}\right] \quad \ldots \ldots \ldots (5).$$

Wir wollen nun einerseits für die Schraube im Flug den Wirkungsgrad ausrechnen, anderseits die Gleichung auf den Fall der Standschraube anwenden.

Abb. 1. Abwind und induzierter Widerstand am Tragflügel.

Abb. 2. Geschwindigkeiten und Kraftverhältnisse am Luftschraube..element.

a) Für die Schraube im Flug ist

$$\eta_a = \frac{S w}{L} = \frac{w}{w+\frac{w'}{2}} = \frac{2}{1+\sqrt{1+\sigma}} \quad \ldots \ldots (6).$$

Der Wirkungsgrad nimmt mit wachsendem Belastungsgrad ab. Die Bezeichnung η_a (axialer Wirkungsgrad) soll daran erinnern, daß wir zunächst nur die axialen Austrittsverluste berücksichtigen.

b) Bei der Schraube im Stand wird σ unendlich, so daß wir 1 neben σ vernachlässigen können und erhalten $(F = R^2\pi)$:

$$L = \frac{\gamma F w^3 \sigma^{3/2}}{4g} = \frac{\gamma F w^3}{4g}\frac{S^{3/2}}{\gamma^{3/2}F^{3/2}\left(\frac{w^2}{2g}\right)^{3/2}},$$

$$L = \frac{1}{2}\frac{S^{3/2}}{F^{1/2}}\left(\frac{2g}{\gamma}\right)^{1/2} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (7).$$

Die Gl. (7) stellt die bekannte Beziehung zwischen Leistungsbedarf, Fläche und Schub einer Schraube am Stand (Hubschraube) dar.

Die erweiterte Strahltheorie.

Zunächst wollen wir daran festhalten, daß die Geschwindigkeitsvermehrung der durchströmenden Luft über die Schraubenfläche gleichmäßig verteilt ist. Wie man unmittelbar sieht, hat dies zur Folge, daß der auf die Flächeneinheit bezogene Schub ebenfalls konstant ist. Wir wollen jedoch berücksichtigen, daß entsprechend dem Satz vom Drehimpuls dem Antriebmoment eine Drehung des Schraubenstrahles entsprechen muß. Wir betrachten die Strömung relativ zu den Schraubenflügeln und nehmen an, daß die relative Umfangsgeschwindigkeit der Luft genügend weit vor der Schraube $r\omega$, dagegen hinter der Schraube $r(\omega-\omega')$ beträgt. Die Größe ω' stellt die Drehung des Schraubenstrahls dar. Durch Anwendung des Flächensatzes auf die Ringfläche zwischen r und $r + dr$ folgt

$$dM = \omega' dJ \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (8),$$

wo dJ der Beitrag der durch die Ringfläche sekundlich durchströmenden Masse zum Trägheitsmoment des Schraubenstrahles ist.

Sieht man von der Strahlkontraktion ab, so ist offenbar der Energieverlust infolge Strahldrehung $dJ\frac{\omega'^2}{2}$, d. h. $dM\frac{\omega'}{2}$.

Wir erhalten nun als Energiebilanz

$$dM\,\omega = dS\,w + dS\frac{w'}{2} + dM\frac{\omega'}{2} \quad \ldots \ldots (9).$$

Die linke Seite ist der Anteil an der durch den Motor geleis Arbeit; die einzelnen Glieder der rechten Seite stellen dar Nutzarbeit, den Energieverlust infolge Axialbeschleunigung den Energieverlust infolge Strahldrehung.

Aus Gl. (9) folgt:

$$dM\left(\omega-\frac{\omega'}{2}\right) = dS\left(w+\frac{w'}{2}\right) \quad \ldots \ldots 9$$

Der „induzierte" Wirkungsgrad der Luftschraube, hervorge durch die Strahlbeschleunigung und -drehung, ist also

$$\eta_i = \frac{dS\,w}{dM\,\omega},$$

wofür wir nach Gl. (9a) auch schreiben können

$$\eta_i = \frac{w}{w+\frac{w'}{2}}\,\frac{\omega-\frac{\omega'}{2}}{\omega} \quad \ldots \ldots (1$$

Nach Gl. (6) war

$$\frac{w}{w+\frac{w'}{2}} = \eta_a = \frac{2}{1+\sqrt{1+\sigma}}.$$

Die Größe $\frac{\omega-\frac{\omega'}{2}}{\omega}$ bezeichnen wir mit η_u und schreiben

$$\eta_i = \eta_a\,\eta_u,$$

wobei der Wirkungsgrad η_a die Axialverl η_u die Verluste durch die Strahldrehung (Umfangsgeschwindigkeiten) berücksichtigt.

Es sei an dieser Stelle auf die Analog m der Entstehung des induzierten Widerstand b einem Tragflügel hingewiesen. Beim Schl eines Tragflügels durch eine Flüssigkeit m d Geschwindigkeit v wird ständig eine bestimmte Flüssigkeitsm mit der Geschwindigkeit w' nach unten beschleunigt. Der dar sekundlich neu erzeugten Impulsmenge entspricht die auf de Flügel wirkende Kraft. Die Geschwindigkeitsänderung ve sich in gleichem Maß auf die Strecken vor und hinter de Flügel, so daß der Flügel selbst einen „Abwind" vom Betra erhält. Infolgedessen ist die wahre Anblaserichtung des F ge um den Winkel $\gamma_i \cong \frac{w'}{2v}$ geändert, Abb. 1. Die Au kraft ist infolgedessen geneigt und ihre Komponente in der lu richtung liefert den induzierten Widerstand. Abb. 2 zeig e Luftschraubenelement. Die wahre Anblasegeschwindigke v_s, ihre Komponenten w_s und u_s. Die Kraft am Schrabe element zerlegen wir in die Umfangskraft $dU = \frac{dM}{r}$ und d Schubkraft dS. Da wir vom Profilwiderstand absehen, muß fe bar die Resultierende aus dU und dS senkrecht auf v_s ste d. h. es muß gelten

$$dU\,u_s = dS\,w_s \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (11$$

Die Gl. (9a) gewinnt damit eine einfache und anschaulich Bedeutung. Sie wird identisch mit Gl. (11), wenn wir

$$w_s = w + \frac{w'}{2},$$

$$u_s = u - \frac{u'}{2}$$

setzen[1]). Wir erhalten somit die Komponenten der wahre An blasegeschwindigkeit, wenn wir zur Fluggeschwindigkeit un zu Umfangsgeschwindigkeit des Schraubenelementes die Hälfte de Geschwindigkeitsänderungen hinzufügen, welche die Luft ein Durchtritt durch die Schraube erleidet. Die Gesamtwirkung der Schraube besteht darin, daß die Luft mit der axiale Geschwindigkeit w' nach hinten geschleudert und mit der Umfangsgeschwindigkeit $r\omega'$ vom Schraubenflügel mitgenommen wird. Die Selbstbeeinflussung oder Induktion der Schraube besteht darin, daß die Komponenten der Anblasegeschwindigkeit bereits um die Hälfte dieser Beträge geändert sind.

[1]) Diese Beziehungen findet man unseres Wissens zum ersten M sehr klar auseinandergesetzt in der ausgezeichneten Arbeit von Pistolesi in den Vorträgen aus dem Gebiete der Hydro- und Aerodynamik in Innsbruck, Berlin 1924, Julius Springer.

Wir wollen das Verhältnis $\frac{w}{u} = \frac{w}{r\,\omega} = \lambda_r$ als Fortschrittsgrad [e]inführen. Alsdann können wir folgendes sagen:

Der Fortschrittsgrad, mit dem ein Luftschraubenelement tat[sä]chlich arbeitet, ist infolge der induzierten Geschwindigkeiten ge[änd]ert. Der veränderte Fortschrittsgrad ist gleich

$$\lambda'_r = \frac{w + \frac{w'}{2}}{r\left(\omega - \frac{\omega'}{2}\right)}$$

[od]er unter Berücksichtigung von Gl. (10)

$$\lambda'_r = \operatorname{tg}\beta' = \frac{\lambda_r}{\eta_i} = \frac{\operatorname{tg}\beta}{\eta_i} \quad \ldots\ldots\ldots (12).$$

[De]n Winkel $\beta' - \beta$, Abb. 2, können wir in Analogie zur Tragfläche [a]ls Gleitwinkel γ_i infolge des induzierten Wirkungsgrades an[spre]chen.

Nun müssen wir noch ω' und η_i durch die Kenngrößen der [Lu]ftschraube ausdrücken.

Es ist nach Gl. (8)

$$\omega' = \frac{M}{J}.$$

Se[he]n wir von der Strahlkontraktion ab, so ist der Beitrag der [sek]undlich durch einen Ringquerschnitt vom Halbmesser r und der B[re]ite $d\,r$ fließenden Luftmasse zum Trägheitsmoment näherungsw[eis]e

$$d\,J = \frac{\gamma}{g}\, 2\,\pi\, r^3 \left(w + \frac{w'}{2}\right) d\,r.$$

D[am]it wird

$$J = \frac{\gamma}{g}\, F \frac{R^2}{2}\left(w + \frac{w'}{2}\right).$$

Se[tz]en wir noch näherungsweise (ω' klein gegen ω)

$$M = \frac{S\left(w + \frac{w'}{2}\right)}{\omega},$$

so erhalten wir

$$\frac{\omega'}{\omega} = \frac{S}{\frac{\gamma}{g} F\,\omega^2 \frac{R^2}{2}}$$

od[er] mit Einführung des Belastungsgrades

$$\sigma = \frac{S}{\gamma F \frac{w^2}{2\,g}}$$

un[d] des Fortschrittsgrades („Fortschrittsgrad der Schraube" ne[nn]en wir den Fortschrittsgrad der Flügelspitze) $\lambda = \frac{w}{R\,\omega}$

$$\frac{\omega'}{\omega} = \sigma\,\lambda^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (13).$$

W[ir] erhalten somit schließlich

$$\eta_i = \eta_a\,\eta_u = \frac{1}{1 + \frac{w'}{2\,w}}\left(1 - \frac{\omega'}{2\,\omega}\right)$$

$$= \frac{2}{1 + \sqrt{1+\sigma}}\left(1 - \frac{\sigma\,\lambda^2}{2}\right) \quad \ldots\ldots\ldots (14).$$

Berücksichtigung des Profilwiderstandes.

[N]ach Gl. (9a) war

$$d\,M\left(\omega - \frac{\omega'}{2}\right) = d\,S\left(w + \frac{w'}{2}\right).$$

D[ie]se Beziehung sagt aus, daß die Kraft am Schraubenelement zu[r] wirklichen Anblaserichtung senkrecht steht, sie ist daher nur g[ült]ig unter der tatsächlich nicht zutreffenden Voraussetzung, da[ß] die Umwandlung der Drehenergie in Schub ohne Reibungsve[rl]uste erfolgt. Der nächste Schritt besteht in Berücksichtigung [de]s Energieverlustes, der durch den Profilwiderstand (Oberfl[äch]enreibung und Wirbelablösung) entsteht.

Wir betrachten ein Schraubenelement mit dem Halbmesser r un[d] von der Breite $d\,r$ und behandeln dieses Element wie ein Stück [Tra]gflügel eines Flugzeuges. Dann sind nach Abb. 3 Auftrieb un[d] Widerstand (d. h. Kräfte senkrecht und parallel zur Anblaseri[ch]tung)

$$\left.\begin{aligned} d\,A &= c_a\,\gamma\,t\,d\,r\,\frac{v_s^2}{2\,g}, \\ d\,W &= c_w\,\gamma\,t\,d\,r\,\frac{v_s^2}{2\,g} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (15).$$

H[ie]rin bedeuten c_a und c_w die Auftrieb- bzw. Widerstandsbeiw[er]te des Profilquerschnittes, v_s die Anblasegeschwindigkeit (relative Geschwindigkeit der Luft gegen das Schraubenelement). Die frühere Annahme entspricht $c_w = 0$.

Die jeweiligen Beiträge der einzelnen Schraubenblattelemente zum Schube bzw. zum Drehmoment der Luftschraube sind, s. Abb. 3,

$$\left.\begin{aligned} d\,S &= d\,A\cos\beta' - d\,W\sin\beta', \\ d\,M &= r\,(d\,A\sin\beta' + d\,W\cos\beta') \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (16).$$

Der Wirkungsgrad des Schraubenelementes ist offenbar

$$\eta = \frac{d\,S\,w}{d\,M\,\omega} = \frac{d\,A\cos\beta' - d\,W\sin\beta'}{d\,A\sin\beta' + d\,W\cos\beta'}\,\lambda_r.$$

Führen wir den induzierten Wirkungsgrad $\eta_i = \frac{\lambda_r}{\lambda_r'}$ ein, so wird

$$\eta = \eta_i\,\frac{d\,A\cos\beta' - d\,W\sin\beta'}{d\,A\sin\beta' + d\,W\cos\beta'}\,\lambda_r'.$$

Schreiben wir

$$\eta = \eta_i\,\zeta_r,$$

so können wir

$$\zeta_r = \frac{d\,A\cos\beta' - d\,W\sin\beta'}{d\,A\sin\beta' + d\,W\cos\beta'}\,\lambda_r'$$

als Gütegrad des Elementes am Kreishalbmesser r auffassen. Er gibt das Verhältnis des tatsächlichen Wirkungsgrades zum Wirkungsgrad einer Idealschraube mit gleichem Schub und Fortschrittsgrad. Dividieren wir Zähler und Nenner mit $d\,A\cos\beta'$ und setzen

$$\frac{d\,W}{d\,A} = \varepsilon = \operatorname{tg}\gamma,$$

wobei ε das Gleitverhältnis, γ den Gleitwinkel des Elementes[1]) bezeichnet, so haben wir

$$\left.\begin{aligned} \zeta_r &= \frac{1 - \operatorname{tg}\gamma\operatorname{tg}\beta'}{\operatorname{tg}\gamma + \operatorname{tg}\beta'}\operatorname{tg}\beta' = \frac{\operatorname{tg}\beta'}{\operatorname{tg}(\gamma + \beta')} \\ \text{oder}\quad \zeta_r &= \frac{1 - \varepsilon\,\lambda_r'}{1 - \frac{\varepsilon}{\lambda_r'}} \end{aligned}\right| \quad \ldots\ldots (17).$$

Für die ganze Luftschraube wird, wenn der induzierte Wirkungsgrad über den Schraubenkreis als konstant angesehen wird,

$$\zeta = \frac{\int_0^R \zeta_r\,\frac{d\,M}{d\,r}\,d\,r}{\int_0^R \frac{d\,M}{d\,r}\,d\,r}.$$

Abb. 3. Kräfte am Luftschraubenelement mit Berücksichtigung des Profilwiderstandes.

Eine überschlägliche Rechnung, die für praktische Zwecke völlig genügt, kann man unter der Annahme durchführen, daß das auf die Längeneinheit entfallende Drehmoment dem Halbmesseer r verhältnisgleich ist. Dies entspricht übrigens der Näherung, daß w' und ω' über die Schraubenfläche durch konstante Mittelwerte ersetzt worden sind.

Man erhält dann

$$\zeta = \frac{\int_0^R \zeta_r\,r\,d\,r}{\frac{R^2}{2}}.$$

Für ζ_r den Wert aus Gl. (17) eingesetzt, ergibt nach Ausführung der Integration den Gütegrad der ganzen Schraube

$$\zeta = \frac{2\,\lambda'}{\varepsilon}\left[1 - \lambda'\left(\varepsilon + \frac{1}{\varepsilon}\right)\ln\left(1 + \frac{\varepsilon}{\lambda'}\right)\right] \quad \ldots\ldots (18).$$

Um den Gesamtwirkungsgrad der Luftschraube zu erhalten, haben wir den Gütegrad mit dem induzierten Wirkungsgrad zu vervielfachen. Setzt man außerdem noch für λ' den Wert aus Gl. (12) ein, so erhält man schließlich

$$\eta_{\text{gesamt}} = \frac{2\,\lambda}{\varepsilon}\left[1 - \frac{(1+\sqrt{1+\sigma})\,\lambda\left(\varepsilon + \frac{1}{\varepsilon}\right)\ln\left\{1 + \frac{\varepsilon\,(2 - \sigma\,\lambda^2)}{\lambda\,(1+\sqrt{1+\sigma})}\right\}}{2 - \sigma\,\lambda^2}\right] \quad (19).$$

[1]) ε und γ sind Kenngrößen des Profils allein; sie sind gleich dem Gleitverhältnis bzw. Gleitwinkel eines Tragflügels mit unendlicher Spannweite, die überall die gleiche Profilform hat.

Abb. 4. Schraubenbelastungsgrad in Abhängigkeit vom Quadrat des Fortschrittsgrades für verschiedene $\eta =$ konst und $\varepsilon = 0{,}02$.

Es sei noch bemerkt, daß man sich für (18) zumeist mit einer Näherungsgleichung begnügen kann, die man durch Entwicklung nach Potenzen von ε gewinnt:

$$\zeta = 1 - \varepsilon\left(\frac{2}{3\,\lambda'} + 2\,\lambda'\right) + \frac{\varepsilon^2}{2\,\lambda'^2},$$

wobei das letzte Glied nur bei ganz geringem Fortschrittsgrad Bedeutung gewinnt, sonst ruhig weggelassen werden darf.

Eine andere, sehr praktische Näherung erhält man in folgender Weise.

Man setzt wie oben für das Ringelement

$$\eta = \eta_i \frac{\mathrm{d}\,A \cos\beta' - \mathrm{d}\,W \sin\beta'}{(\mathrm{d}\,A\,\sin\beta' + \mathrm{d}\,W\cos\beta')\,\mathrm{ctg}\,\beta'}.$$

Alsdann gilt für die Gesamtschraube

$$\eta = \eta_i \frac{\int \mathrm{d}\,A\cos\beta' - \int \mathrm{d}\,W \sin\beta'}{\int \mathrm{d}\,A\cos\beta' + \int \mathrm{d}\,W\frac{\cos^2\beta}{\sin\beta'}}$$

oder

$$\eta = \eta_i \frac{1 - \varepsilon \dfrac{\int \mathrm{d}\,A\sin\beta'}{\int \mathrm{d}\,A\cos\beta'}}{1 + \varepsilon \dfrac{\int \mathrm{d}\,A\dfrac{\cos^2\beta}{\sin\beta'}}{\int \mathrm{d}\,A\cos\beta'}}.$$

Setzt man angenähert

$$\mathrm{d}\,A = \gamma\,2\,\pi\,r\,\mathrm{d}\,r\,\frac{w^2}{2\,g}\,\frac{\sigma}{\cos\beta'},$$

was darauf hinausgeht, daß man Glieder mit höheren Potenzen von ε im Zähler und Nenner vernachlässigt, und ersetzt man σ wie bisher durch seinen Mittelwert über den Schraubenkreis, so wird

$$\eta = \eta_i \frac{1 - 2\,\varepsilon\,\lambda'}{1 + \dfrac{2}{3}\,\dfrac{\varepsilon}{\lambda'}} \quad \text{. . . . . (18a).}$$

Gl. (18a) ersetzt die genauere Gleichung (18) mit einer merkwürdigen Genauigkeit in dem ganzen praktisch in Betracht kommenden Bereich. Vergleicht man (18a) mit Gl. (17), so sieht man, daß der Wirkungsgrad der Gesamtschraube gleich ist dem Wirkungsgrad eines Elementes, dessen Stelle stets zwischen der Hälfte und ⅔ des Halbmessers liegt.

Die Wirkungsgradkurven, ihre Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen. Wahl von Durchmesser und Drehzahl.

Gl. (18) und (18a) geben die Möglichkeit, für eine zu entwerfende Schraube den günstigsten Durchmesser, oder bei gegebenem Durchmesser den zu erwartenden Wirkungsgrad zu ermitteln. Daß es einen solchen gibt, ist eine Folg Profilwiderstandes, ohne dessen Berücksichtigung würd Schraube mit wachsendem Durchmesser stets wachs Wirkungsgrad haben.

In Abb. 4 bis 8 sind die Kurven für $\eta =$ konst in hängigkeit vom Schraubenbelastungsgrad und dem Qua des Fortschrittgrades für $\varepsilon = 0{,}02$, 0,03, 0,04, 0,05 un aufgetragen. Über das zu wählende ε werden wir weiter unten noch auslassen.

Die Benutzung der Kurven erfolgt in der Weise, man, wenn der erforderliche Schub S, die minutliche zahl n (bzw. ω) und die Fluggeschwindigkeit w bek sind, den Quotienten

$$\frac{\sigma}{\lambda^2} = \frac{2\,S\,\omega^2}{\pi\,\dfrac{\gamma}{g}\,w^4}$$

bildet. Jedem Wert $\frac{\sigma}{\lambda^2}$ entspricht eine Gerade durch Nullpunkt; jedem Punkt einer solchen Geraden entsp ein bestimmter Schraubendurchmesser. Den Höchst des Wirkungsgrades bei gegebenem $\frac{\sigma}{\lambda^2}$ liefert offenbar Berührungspunkt der Geraden $\frac{\sigma}{\lambda^2} =$ konst mit einer η-Kurven. Diese Berührungspunkte sind (vergl. z. B. Ab zu einer Kurve (strichpunktiert in den Abb. 4 bis 8) bunden. Der Schnittpunkt einer Geraden durch den punkt mit dieser Kurve stellt also bei dem betreffenden von $\frac{\sigma}{\lambda^2}$ den bestmöglichen Wirkungsgrad dar. Dadurch i und σ und mithin auch R gegeben.

Beim Flugzeugentwurf ist S durch den Leistungsbedarf Flugzeuges unmittelbar bekannt; geht man von der Motorleis aus, so bestimmt sich der Schub aus der Leistungsformel zu

$$S = \frac{75\,N\,\eta}{w},$$

wo η zunächst zu schätzen und gegebenenfalls bei einer zwei Rechnung mit verbessertem Wert einzusetzen ist.

Abb. 5. Schraubenbelastungsgrad für $\varepsilon = 0{,}03$.

Ist R gegeben und neben dem Wirkungsgrad die Schraubendrehzahl n gesucht, so braucht man nur σ auszurechnen. rt, wo die Gerade $\sigma =$ konst eine Kurve $\eta =$ konst berührt, liegt der günstigste Wert von λ^2; damit hat man auch ω und n gefunden.

Es sei hier bemerkt, daß man mit Hilfe der Kurven für ε-Werte, wie sie bei normalen Profilen erreicht werden, also für $\varepsilon = 0{,}02$ bis 0,03, viel zu große Durchmesser erhält. Die Schraubenblätter würden sehr lang und schmal werden. Aus Festigkeitsrücksichten müssen aber die Blätter gewisse Dicke haben, so daß die infolgedessen schlechter werdende Gleitzahl des Profils die Vorteile des geringeren induzierten Widerstandes aufwiegt[1].

[1] Zu ähnlichen Ergebnissen gelangt Moeller in dem oben erwähn Aufsatze.

In Abb. 9 sind Versuchsergebnisse Durand und Lesley[1]) zusamgestellt. Es wurden von den zahlen Versuchen, bei denen Fortschritts-, Schraubenbelastung, Schubverteilung und Profil des Schraubenelements ert wurden, die Punkte maximalen ungsgrades eingetragen. Die ausene Kurve verbindet die den besten chrauben entsprechenden Punkte. Vergleich mit Abb. 4 bis 8 läßt den artigen Verlauf der Kurven besten ungsgrades erkennen. Man sieht , daß die untersuchten Luftschrauben it sehr schlechter Gleitzahl ε arbei-. Bei genauerem Nachrechnen kommt zu Gleitzahlen, die fast durchweg ien 0,055 und 0,080 schwanken. lings muß man bei Beurteilung der chsergebnisse in Betracht ziehen, lie Schubverteilung nicht der den tischen Kurven zugrunde liegenden icht und daß außerdem die Gleitüber den Verlauf des Radius keineskonstant gehalten ist, wie wir dies r Berechnung des Wirkungsgrades gesetzt hatten. Die Profile der unhten Luftschrauben sind verhältnismäßig schlecht, sie n überdies bei dem Fortschrittsgrad, bei dem der Wirkungseinen Höchstwert erreicht, nicht mit der günstigsten Gleitalso nicht mit dem günstigsten Anstellwinkel.

Abb. 6. Schraubenbelastungsgrad für $\varepsilon = 0{,}04$.

Die günstigste Schubverteilung.

Venn einmal die Konstruktionsdaten für eine Luftschraube ten, d. h. etwa Motorstärke, Fluggeschwindigkeit, Schraubenmesser und Drehzahl gegeben so bleiben dem Konstrukteur drei Möglichkeiten, den Gewirkungsgrad zu beeinflussen. nn noch verfügen über

) Schubverteilung,
) Profil und Anstellwinkel,
) Blattzahl.

offenbar anzustreben: ein Pro- möglichst kleiner Gleitzahl, war so, daß das Profil gerade m Fortschrittsgrad, bei dem raube mit dem höchsten Wirgrad arbeiten soll, unter dem sten Winkel angeblasen wird. uß daher die wahre Anblaseg kennen, diese ist aber erst die Schubverteilung bedingt. Konstrukteur hat daher den u über den Halbmesser derart teilen, daß bei gegebenem Gesamtschub die erforderliche Leistung zu einem Kleinstwert wird. Nach dem früher Gesagten ergibt sich der Schub für den Ringquerschnitt zwischen den Halbmessern r und $r + dr$ (mit $dF = 2\pi r\,dr$) zu

$$dS = \frac{\gamma}{g}\left(w + \frac{w'}{2}\right) w'\,dF \quad \ldots \ldots \quad (20),$$

wo w' wieder die zusätzliche Geschwindigkeit weit hinter der Schraube in axialer Richtung bedeutet.

[1] Durand and Lesley, Experimental on air propellers V, National Advimmittee for Aeronautics, 1922 Report

Abb. 7. Schraubenbelastungsgrad für $\varepsilon = 0{,}05$.

Abb. 8. Schraubenbelastungsgrad für $\varepsilon = 0{,}1$.

Abb. 9. Versuchsergebnisse von Durand und Lesley.

Ebenso erhalten wir als Beitrag zum Moment:

$$d\,M = \omega' \,d\,J = \frac{\gamma}{g}\left(w + \frac{w'}{2}\right) r^2 \omega' \,d\,F \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21),$$

wo ω' die Winkelgeschwindigkeit der Luft weit hinter der Schraube angibt.

Die durch die zusätzlichen Geschwindigkeiten bedingten Verluste ergeben sich zu

$$d\,L = d\,S\,\frac{w'}{2} + d\,M\,\frac{\omega'}{2}.$$

Unsre Minimalbedingung für die Schubverteilung lautet daher:

$$\left.\begin{aligned} &L = \int_0^F \frac{\gamma}{g}\left(w + \frac{w'}{2}\right)\left(\frac{w'^2}{2} + \frac{r^2\omega'^2}{2}\right) d\,F = \text{Minimum} \\ &\text{mit der Nebenbedingung} \\ &\int_0^F \frac{\gamma}{g}\left(w + \frac{w'}{2}\right) w' \,d\,F = S = \text{gegeben} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (22).$$

Abb. 10. Konstruktion des induzierten Steigungswinkels.

In der oberen Gleichung drücken wir ω' durch w' aus. Es ist offenbar

$$\eta_i = \frac{d\,S\,w}{d\,M\,\omega},$$

oder wenn wir (20) und (21) berücksichtigen,

$$\eta_i = \frac{w'\,w}{r^2\,\omega'\,\omega}.$$

Daraus folgt

$$\omega' = w'\,\frac{w}{r^2\,\omega}\,\frac{1}{\eta_i}.$$

Dies gilt streng für jedes Ringelement, wenn wir zunächst η_i allgemein als von Element zu Element veränderlich annehmen. In Gl. (22) ersetzen wir außerdem noch $w + \frac{w'}{2}$ durch $\frac{w}{\eta_a}$ (siehe Gl. (6)) und erhalten schließlich

$$\left.\begin{aligned} &L = \int_0^F \frac{\gamma}{g}\,\frac{w}{\eta_a}\left[\frac{w'^2}{2} + \frac{1}{2}\left(\frac{w\,w'}{r\,\omega}\,\frac{1}{\eta_i}\right)^2\right] d\,F = \text{Minimum} \\ &\text{während} \quad \int_0^F \frac{\gamma}{g}\,\frac{w}{\eta_a}\,w' \,d\,F = S \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (22a).$$

Wir verändern w', und zwar so, daß wir η_i und η_a durch ihre Mittelwerte ersetzen. Alsdann ergibt sich durch Differenzieren der Ausdrücke unter dem Integralzeichen nach w' als Bedingung des Kleinstwertes

$$w'\left(1 + \frac{w^2}{r^2\,\omega^2}\,\frac{1}{\eta_i^2}\right) - \Theta = 0,$$

$$w' = \frac{\Theta}{1 + \frac{w^2}{r^2\,\omega^2}\,\frac{1}{\eta_i^2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23).$$

Die Konstante Θ ist der sogenannte L a g r a n g e sche Faktor, den wir noch berechnen wollen.

Zunächst betrachten wir den Wirkungsgrad des Ringelementes. Da $d\,S\,w$ die Leistung und $d\,L$ die aufgewandte Verlustarbeit bedeutet, so ist offenbar

$$\frac{d\,L}{d\,S\,w} = \frac{1 - \eta_i}{\eta_i} = \frac{w'}{2\,w}\left(1 + \frac{w^2}{r^2\,\omega^2\,\eta_i^2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (24),$$

Die rechte Seite ist nach (23) konstant, und zwar gleich $\frac{\Theta}{2\,w}$. Die Bedingung für die günstigste Schubverteilung ist also erfüllt, wenn η_i über den Verlauf des Halbmessers konstant gehalten wird[1]).

Die zusätzlichen Geschwindigkeiten berechnen sich mit

$$\Theta = \frac{2\,(1 - \eta_i)}{\eta_i}\,w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

[1]) Der Satz ist nicht streng richtig, sondern nur wenn wir η_a durch einen Mittelwert ersetzen und für ω' die benutzte Näherung einführen. Die genaue Lösung hat B e t z (siehe Z. F. M. Bd. 11 (1920) S. 105 u. f.) ermittelt, doch scheint uns eine solche Genauigkeit bei der großen Ungenauigkeit, die man bei Vernachlässigung der Kontraktion begeht, nicht angebracht. Der obige Satz findet sich auch bei M o e l l e r a. a. O.

Abb. 11. Profilriß mit günstigster Schubverteilung.

zu

$$\left.\begin{aligned} w' &= 2\,\frac{1 - \eta_i}{\eta_i}\,\frac{w}{1 + \lambda_r'^2} \\ r\,\omega' &= 2\,\frac{1 - \eta_i}{\eta_i}\,\lambda'_r\,\frac{w}{1 + \lambda_r'^2} \end{aligned}\right\}$$

wo

$$\frac{w}{r\,\omega}\,\frac{1}{\eta_i} = \lambda_r'$$

gesetzt wurde. ... Wirkungsgrad η ... den Schraubenkre... stanten Wert hat ... er gleichzeitig d... duzierte Wirkun... der gesamten Sch... Aus der Bedingun... induzierten Wirkungsgrad konstant zu halten, ergibt sich ... sehr einfache Möglichkeit, den Steigungswinkel sowie die zus... lichen Geschwindigkeiten für jedes Schraubenelement zeichn... zu bestimmen.

Die Konstruktion von Abb. 10 bedarf keiner weitere... läuterung. Wie man sieht, ist der Tangens des Winkels ... sächlich gleich λ' und es verhält sich

$$\frac{r\,\omega'}{w'} = \frac{w + \frac{w'}{2}}{r\left(\omega - \frac{\omega'}{2}\right)} = \lambda_r',$$

wie es durch Gl. (26) gefordert wird.

Praktischerweise wird man diese Konstruktion, wie ... Abb. 11 angegeben, ausführen. Die zusätzlichen Geschw... keiten erscheinen durch ω geteilt. Man erhält zu jedem ... messer den wahren Anblasewinkel β' und, indem man das ... unter dem günstigsten Anstellwinkel anstellt, den Steigungs... des Schraubenelementes.

Zur Berechnung des Gesamtschubes und -drehmo... setzen wir in Gl. (20) und (21) die für w' und $r\,\omega'$ gefunden... Werte ein, schreiben außerdem für $w + \frac{w'}{2}$ näherungsweis... Mittelwert $\frac{w}{\eta_a}$ und erhalten

$$S = \int_0^R \frac{\gamma}{g}\,2\,r\,\pi\,w^2\,2\,\frac{1 - \eta_i}{\eta_a\,\eta_i}\,\frac{1}{1 + \lambda_r'^2}\,d\,r$$

$$= 4\,\gamma\,F\,\frac{w^2}{2\,g}\,\frac{1 - \eta_i}{\eta_a\,\eta_i}\left[1 - \lambda'^2 \ln\left(\frac{1}{\lambda'^2} + 1\right)\right] \quad . \quad . \quad . \quad (\ldots$$

$$M = \int_0^R \frac{\gamma}{g}\,2\,r^2\,\pi\,w^2\,2\,\frac{1 - \eta_i}{\eta_a\,\eta_i}\,\frac{\lambda_r'}{1 + \lambda_r'^2}\,d\,r$$

$$= 4\,\gamma\,F\,\frac{w^2}{2\,g}\,\frac{1 - \eta_i}{\eta_a\,\eta_i}\,R\,\lambda'\left[1 - \lambda'^2 \ln\left(\frac{1}{\lambda'^2} + 1\right)\right] \quad . \quad . \quad (\ldots$$

Abb. 12 zeigt die Beziehung unserer Begriffe (Fort... grad und induzierter Fortschrittgrad) zu den besser bekann... griffen: Steigung und Schlüpfung (slip). Wir ziehen die ... in der Nullrichtung des Profils unter dem Winkel $(\beta' + i)$, ... der Anstellwinkel des Profils ist. Diese Gerade schneid... der Schraubenachse die Strecke $\frac{H}{2\,\pi}$ ab (H = Steigung). Als...

ist $\dfrac{\frac{H}{2\,\pi} - \frac{w}{\omega}}{\frac{H}{2\,\pi}}$ gleich der Schlüpfung. Die Folge der induzierten Geschwindigkeiten ist, daß die Schraube tatsächlich mit der geringeren Schlüpfung

$$\frac{\frac{H}{2\,\pi} - \frac{w}{\omega\,\eta_i}}{\frac{H}{2\,\pi}}$$

arbeitet. Diese Erkenntnis ist das Hauptgeheimnis einer richtigen Schraubentheorie. [B 598]

(Schluß folgt.)

Abb. 12. Steig... und Schlüpfu...

Die Propellerturbine.

Von Dipl.-Ing. Robert Dubs, Oberingenieur der A.-G. der Maschinenfabriken von Escher, Wyss & Cie., Zürich.

e Konstruktion einer neuen Turbinenbauart wird beschrieben und die besonderen Merkmale dieser Bauart werden bekanntgegeben. Dann werden die mit ser Bauart erzielten Versuchsergebnisse mitgeteilt und auf ihre Eignung für den wirtschaftlichen Ausbau der Niederdruckwasserkräfte wird hingewiesen.

Der Ausbau der Niederdruckwasserkräfte ist besonders in den letzten Jahren stark gefördert worden; damit sahen sich die Wasserturbinenkonstrukteure zur Erreichung rer Wirtschaftlichkeit vor eine Reihe neuer Aufgaben gestellt. r vorliegenden Abhandlung soll die Lösung einer dieser Auf- , nämlich eine möglichst hohe spezifische Drehzahl bei sehr Wirkungsgraden zu erreichen, besprochen werden.

Wie bekannt ist, hat schon seit einigen Jahren Prof. Kaplan in Brünn Laufradkonstruktionen vorgeschlagen, leren Hilfe es möglich ist, sehr hohe spezifische Drehzahlen bis heute noch unübertroffen sind) bei gleichzeitig guten Wir- sgraden zu erreichen. Über die Kaplanturbine ist in den blättern bereits so ausführlich berichtet worden[1]), daß hier iene Veröffentlichungen hingewiesen werden kann.

Infolge der in einzelnen Ländern schon weit vorgeschritte- Ausnutzung der ausbauwürdigen Wasserkräfte wird außer rhöhung der Schnelläufigkeit auch die Erhöhung der Wir- sgrade immer dringlicher gefordert. Auf Grund planmäßiger che in ihrer auf das modernste eingerichteten Turbinen- nstalt[2]) ist es der Firma Escher, Wyss & Cie gelungen, Turbinenbauart zu schaffen, Abb. 1 u. 2, die bei verhältnis- hoher Schnelläufigkeit Wirkungsgrade aufweist, wie sie berdruckturbinen gleicher Schnelläufigkeit m. W. bis heute ropa noch nicht erreicht worden sind.

Außer dieser sehr wertvollen Betriebseigenschaft bietet die sogenannte Propellerturbine[3]) auch fabrikationstechnisch über den früheren Konstruktionen bedeutende Vorteile, da an elle der vielen Blechschaufeln, für deren Herstellung teure Matrizen angefertigt werden müssen, nur wenige Schaufeln treten, die entweder unmittelbar mit dem Rad oder einzeln gegossen werden können. Da die Form der Laufradschaufeln streng gesetzmäßig ist und die Berechnung des Rades auf Grund der zweidimensionalen Turbinentheorie sehr gut mit den Versuchsergebnissen übereinstimmt, so hat man bei dieser neuen Bauart hohe Gewähr dafür, daß nicht infolge der persönlichen Einstellung des Konstrukteurs oder gewisser Zufälligkeiten die Güte der Einzelausführung in Frage gestellt wird.

Da ferner bei dem neuen Laufrad die Austrittsenergie noch innerhalb mäßiger Werte liegt, so ist man, um einen guten Wirkungsgrad zu erreichen, nicht so stark auf den Rückgewinn im Saugrohr angewiesen wie bei den Laufrädern mit hohen Austrittsverlusten. Dieser Umstand ist gerade bei Niederdruckanlagen, wo es meistens nicht möglich ist, die Austrittsenergie in einem geraden runden Saugrohr auszunutzen und Betonsaugkrümmer verwendet werden, von großer Bedeutung.

Die gesamte Schaufelfläche ist bei dem vorliegenden Propellerlaufrad bei den gleichen Verhältnissen wesentlich kleiner als bei einer raschlaufenden Francisturbine, und die spezifische Schaufelbelastung, d. h. der Überdruck auf 1 cm² Schaufelfläche ist deshalb wesentlich größer als bei einer Francisturbine. Infolge dieses Umstandes ist die Propellerturbine bei hohen Sauggefällen zur Ausbildung von Hohlräumen in der Wasserströmung geneigt, und man muß deshalb zur sicheren Verhütung von solchen Kavitationserscheinungen, die einen Verlust an Wirkungsgrad und Anfressungen zur Folge hätten, das Sauggefälle möglichst klein annehmen.

Da, wie Abb. 2 zeigt, das Wasser vorwiegend axial durch das Laufrad strömt, so läßt sich die Austrittsenergie $\frac{c_2^2}{2g}$ des Wassers aus dem Laufrade bei gegebenen Abmessungen und gegebener Wassermenge ziemlich genau berechnen. Bezeichnet man mit $c_{m''}$ die Meridiankomponente der absoluten Austrittsgeschwindigkeit und mit D_2 den größten Austrittsdurchmesser des Laufrades, so berechnet sich für eine bestimmte Wassermenge Q die Austrittsenergie, ausgedrückt als Gefällhöhe, zu

$$H_{c_{m''}} = \left(\frac{Q}{\frac{\pi}{4} D_2^2}\right)^2 \frac{1}{2g} = k \frac{Q^2}{D_2^4} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (1),$$

wenn man von der Querschnittverengung durch die Laufradschaufeln und durch die Nabe absieht. Da nun aber bei der raschlaufenden Propellerturbine die absolute Austrittsgeschwindigkeit c_2 nie genau parallel zur Turbinenachse auftritt, also der sogenannte senkrechte Austritt nie genau vorhanden sein wird, so ist die absolute Austrittsgeschwindigkeit c_2 stets größer als ihre Meridiankomponente $c_{m''}$, und deshalb ist auch die Austrittsenergie H_{c_2} stets größer als $H_{c_{m''}}$. Gleichung (1) stellt deshalb den Kleinstwert der Austrittsenergie dar und gibt uns zugleich Aufschluß

[1]) Vergl. Z. Bd. 65 (1921) S. 409 u. f., 679, 1035 u. f.; Bd 67 (1923) S. 444; Bd. 68 S. 357, 360.

[2]) s. Z. Bd. 68 (1924) S. 1227, Schweizer Bauzeitung Bd. 80 (1922) Nr. 21.

[3]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 876.

bb. 1. Propellerturbine, eingebaut in der Versuchsanlage von Escher, Wyss & Cie., Zürich.

Abb. 2. Leitvorrichtung und Laufrad der Propellerturbine.

Abb. 3. Propellerlaufrad mit vier Schaufeln.

Abb. 4. Propellerlaufrad mit sechs Schaufeln.

Abb. 5. Propellerlaufrad mit acht Scha

über die Veränderung der Austrittsenergie bei gleichbleibendem Durchmesser und verschiedenem Wasserdurchlaß bei Vollöffnung sowie bei gleichbleibendem Durchlaß und verschiedenen Austrittsdurchmessern D_2.

Wie man aus Gleichung (1) erkennt, spielt der Austrittsdurchmesser D_2 eine große Rolle, und man muß deshalb bei seiner Wahl vorsichtig sein. Die naheliegende Maßnahme, den Austrittsdurchmesser D_2 groß zu halten, führt, wie die Erfahrung (frühere Schnelläuferturbinen) gezeigt hat, nicht zum Ziele, da einerseits der Eintrittsdurchmesser D_1 zwecks Vermeidung zu kleiner Eintrittswinkel klein gewählt werden muß, was bei viel größerem D_2 einen schwierigen Übergang im Laufrade ergibt, und anderseits bei Vergrößerung des Durchmessers D_2 auch die Reibungsverluste wachsen. Der richtige Mittelweg kann, wie in allen solchen Fällen, nur durch planmäßige Versuche gefunden werden.

Bei den in Abb. 3 bis 5 dargestellten Propellerturbinen ist der Ein- und Austrittsdurchmesser gleich, also $D_1 = D_2$. Bezeichnet man mit Q_{11} die Wassermenge für 1 m Gefäll und 1 m Laufraddurchmesser, also

$$Q_{11} = \frac{Q}{D_1^2 \sqrt{H}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2),$$

und setzt man diesen Wert in Gleichung (1) ein, so folgt

$$H_{c_{m''}} = \frac{1}{2\,g\left(\frac{\pi}{4}\right)^2} \frac{Q_{11}^2\, D_1^4\, H}{D_2^4},$$

oder

$$\frac{H_{c_{m''}}}{H}\,100 = S = 8{,}3\; Q_{11}^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

da $D_1 = D_2$ ist. Q_{11} ist in m³/s einzusetzen. Mit S ist die Austrittsenergie in vH bezeichnet; im Saugrohr muß ein großer Teil dieser Energie zurückgewonnen werden, wenn die Turbine einen guten Wirkungsgrad haben soll. Man erkennt aus Gleichung (3), daß das Saugrohr eine um so kleinere Rolle spielt, je kleiner Q_{11} ist. Für die Berechnung des Unterdruckes am Laufradaustritt und damit zur Beurteilung, ob die Gefahr von Hohlraumbildu besteht, kann, wenigstens zur ungefähren Beurteilung, chung (3) verwendet werden.

Wie Abb. 2 zeigt, wird das Laufrad mittels einer Fink Leitvorrichtung beaufschlagt, wobei bei ganz geöffneter Ste die Austrittskanten der Leitschaufeln auf einem Zylinder li

Abb. 8. Charakteristik des Versuchsrades, Abb. 2 und 3, bei 75 vH Beaufschlagung.

dessen Durchmesser ungefähr dem Laufraddurchmesser D_1 spricht. Die Höhe B_0 der Leitvorrichtung beträgt ungefähr ½ Laufraddurchmessers D_1, so daß die Meridiankomponente beim Austritt aus den Leitschaufeln verhältnismäßig klein wir

Die Kleinhaltung der Meridiankomponente c_m der abso Geschwindigkeit c muß den Wirkungsgrad günstig beeinflu da die meridionale Ablenkung Wassers ziemlich schroff und gehend ist, wobei zum Vermi der Umlenkverluste kleine Meri geschwindigkeiten bis zu einer wissen Grade günstig sind. Abb. 2 ferner zeigt, ist die U kung des Wassers von der ra in die axiale Richtung in schaufellosen Raum B zwi Leitradaustritt und Laufrade vollständig vor Eintritt des sers in das Laufrad vollzogen

Das Wasser durchströmt das Laufrad in vorwiegend a Richtung, wobei die Meridian ponenten der absoluten Gesc digkeit beim Ein- und Austrit nähernd gleich sind, da der durchmesser, wie bereits vorst erwähnt, sich zwischen Ein- Austritt nicht ändert. Immerh

Abb. 6. Charakteristik der Propellerturbine mit Laufrad A, Abb. 2 und 3, bei $H = 1$ m und Leitschaufelöffnung $\beta = 50$ vH.

Abb. 7. Charakteristik des Versuchsrades, Abb. 2 und 3, bei 62 vH Beaufschlagung.

Abb. 9. Charakteristik des Versuchsrades, Abb. 2 und 3, bei 88 vH Beaufschlagung.

Abb. 10. Charakteristik des Versuchsrades, Abb. 2 und 3, bei 100 vH Beaufschlagung.

merken, daß das Wasser infolge des Einflusses der Flieh- während des Strömens durch das Laufrad eine Ablenkung außen erfährt, so daß beim Austritt aus dem Laufrad die lutgeschwindigkeit eine nach außen gerichtete radiale Kom- nte hat. Die mittlere Größe dieser Kom- nte läßt sich auf Grund der Versuchsergeb- und der Radabmessungen berechnen. Nach Austritt aus dem Laufrad durchströmt das er bei der in Abb. 1 und 2 gezeigten Ver- turbine ein gerades rundes Saugrohr mit acher Erweiterung nach unten (Öffnungs- el insgesamt rd. 8°) und gelangt dann in Unterwassergraben.

Die mit dem vierflügeligen Propellerlauf- rzielten Ergebnisse sind in Abb. 6 bis 10 ergegeben. Die Laufradschaufeln waren Bronze gegossen und fein geschliffen, so die Reibungsverluste einen Kleinstwert er- en. Abb. 4 zeigt ein Laufrad mit sechs, 5 ein solches mit acht Schaufeln. Diese äder sind für größere Durchmesser vor- en, bei denen die Schaufeln außerordent- große Abmessungen erhalten hätten, wenn nur vier Schaufeln anordnen würde. Die iche wurden in der Turbinenprüfanstalt bei mittlerem Gefäll durchgeführt. Die Ein- ung dieser Anstalt ist in den angegebenen en ausführlich beschrieben worden, so daß auf eine Wiederholung verzichtet werden Allgemein ist noch zu bemerken, daß ersuche ein sehr gleichmäßiges Verhalten aufrades ergaben, eine Eigenschaft, die besonders aus regu- hnischen Gründen sehr zu begrüßen ist.

In Abb. 6 bis 10 sind die auf 1 m Gefäll umgerechneten kteristiken des in Abb. 2 und 3 gezeigten Versuchsrades von 0 m Dmr. dargestellt. Die Schaulinien zeigen, daß das Dreh- moment M_1 des Laufrades bei allen untersuchten Leitschaufel- öffnungen innerhalb des zur Verwendung kommenden Gebietes der Drehzahlen n_1 bei kleiner werdender Drehzahl stets zunimmt, so daß innerhalb des Verwendungsbereiches keine Labilitäts- erscheinungen auftreten. Wie man aus Abb. 7 und 8 ersieht, ist von der Versuchsturbine ein Wirkungsgrad von 89 vH bei 62 vH Beaufschlagung und von mehr als 90 vH bei 75 vH Beaufschlagung erreicht worden. Bei 88 vH Beaufschlagung wurde noch ein höchster Wirkungsgrad von 86 vH erreicht und bei voller Öffnung ein solcher von 81 vH.

Abb. 12. Charakteristik der Turbine, Abb. 2 und 3, bei gleichbleibender Drehzahl.

Abb. 11. Verlauf des Wirkungsgrades bei gleichbleibender Drehzahl.
a bei $n_s = 385$ *b* bei $n_s = 441{,}5$ *c* bei $n_s = 499$

Abb. 11 zeigt den Verlauf des Wirkungsgrades bei gleichbleibender Drehzahl ($n_1 = 180$, 200 und 220 Uml./min) in Funktion der Turbinenleistung N_1 für die spez. Drehzahlen 385, 441,5 und 499. Man erkennt aus diesen Schaulinien, daß das untersuchte Laufrad von einer spezifischen Drehzahl $n_s = 440$ bis $n_s = 500$ mit sehr guten Wirkungsgraden arbeitet, wobei der Wirkungsgrad bei halber Leistung beinahe gleich bleibt. Das untersuchte Laufrad A wird also am zweckmäßigsten innerhalb dieses Gebietes verwendet, wobei es jedoch, wie Linie a zeigt, auch noch bei kleinerer spezifischer Drehzahl mit sehr guten Wirkungsgraden arbeitet.

In Abb. 12 ist der Verlauf des Wirkungsgrades η, der Turbinenleistung N und der Wassermenge Q bei gleichbleibender Turbinenöffnung β, abhängig vom Gefäll, bei einer gleichbleibend angenommenen Drehzahl aufgetragen. Man erkennt aus dieser Abbildung, daß das untersuchte Laufrad A sich in hohem Maße zur wirtschaftlichen Ausnutzung stark veränderlicher Gefälle eignet. Der Verlauf der Wirkungsgradkurven bei veränderlichem Gefäll ist außerordentlich flach, und der Wirkungsgrad liegt z. B. bei 75 vH Öffnung von 4 bis 15 m Gefäll immer über 80 vH.

Die Leistung verläuft in Funktion des Gefälles bei gleichbleibender Turbinenöffnung und gleichbleibender Drehzahl vollständig geradlinig, was eine für den Entwurf sehr günstige Eigenschaft der Propellerturbine ist. Wie sich aus Abb. 12 ferner er-

gibt, ändert sich die Wassermenge bei veränderlichem Gefälle nicht so stark wie bei einer gewöhnlichen Francisturbine, so daß die Änderung der Leistung ebenfalls bedeutend kleiner ist als bei einer Francisturbine, was als weitere sehr günstige Eigenschaft der Propellerturbine zu erwähnen ist.

Abb. 13. Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Nutzleistung.
a bei $n_s = 480$ b bei $n_s = 542$ c bei $n_s = 600$

Abb. 13 und 14 zeigen einige charakteristische Kurven eines Propellerlaufrades B gleicher Konstruktion wie das in Abb. 3 gezeigte, nur mit etwas größeren Austrittswinkeln als Laufrad A. Wie man aus Abb. 13 erkennt, wurde die Schnelläufigkeit gesteigert, wobei allerdings eine Einbuße an Wirkungsgrad in den Kauf genommen werden mußte. Alle Versuchsergebnisse sind auch hier, wie bereits oben erwähnt, auf 1 m Gefälle bezogen.

Zum Schluß zeigt Abb. 14 die Eigenschaften des Laufra[des] bei gleichbleibender Drehzahl und verschiedenen jeweils gl[eich]bleibend gehaltenen Öffnungen abhängig vom Gefäll. Die [Wir]kungsgradlinien verlaufen bei diesem Rad etwas weniger [steil] als beim Laufrad A, was auf die höhere Schnelläufigkeit [des]

Abb. 14. Eigenschaften des Laufrades B bei gleichbleibender Drehzahl.

Laufrades B zurückgeführt werden muß. Da alle andern Ku[rven] jedoch ähnlichen Verlauf aufweisen wie die des Laufrades [A,] erübrigt sich, auf sie näher einzugehen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß, wie aus [den] oben mitgeteilten Eigenschaften dieser Propellerturbine her[vor]geht, hier ein Turbinentyp vorliegt, der sich in hohem Maße [zur] wirtschaftlichen Ausnutzung der Niederdruckwasserkräfte e[ignet]. Seit Niederschrift dieses Aufsatzes sind mit der neuen Turb[inen]bauart von Escher, Wyss & Cie. weitere wesentliche Fortsc[hritte] bezüglich der Schnelläufigkeit wie auch des Wirkungsgrade[s er]zielt worden, worüber später berichtet werden soll. [B 50]

Verbesserung der Schaufelradwirkung bei Schleppschiffen.

Auf Flüssen benutzt man bekanntlich wegen der beschränkten Tiefe als Schiffsantrieb vielfach Schaufelräder an Stelle der Schrauben, um auch bei Niedrigwasser den Betrieb aufrechterhalten zu können. Die Schaufelräder müssen für die Übertragung der erforderlichen Leistung eine beträchtliche Breite erhalten, aber trotzdem ist die Schlüpfung s der Räder sehr groß, wobei s durch die Gleichung

$$s = 1 - \frac{v_e}{u} \qquad (1)$$

gekennzeichnet ist. Hierin bedeuten v_e die Eintrittgeschwindigkeit des Wassers in das Schaufelrad und u die Umfangsgeschwindigkeit.

a Brennstofftanks, b Motorenraum, c 1. Maschinist, d Schlafzimmer, e Wohnzimmer, f Küche, g Bad, h Reservekabine, Steuerhaus, Vorratraum, Kapitän, m Steuermann, n 2. Maschinist, o Lotse u. Garantiemasch., p 3. und 4. Maschinist, q 3 Matrosen, r Koch u. Rudergänger

Abb. 1 und 2. Lloydschlepper von 1000 PS_e.

Für den Fall, daß $v_e = u$ wäre, wird nach Gl. (1) $s = 0$, das heißt das Schaufelrad würde wie ein Zahnrad auf einer Zahnstange arbeiten. Für $v_e = 0$ wird der Slip $= 1$ und das Schiff bewegt sich nicht von der Stelle. Der Wirkungsgrad des Antriebmittels ist daher auch null. Aus dieser Überlegung ergibt sich, daß der Wirkungsgrad eines Schaufelrades um so größer ist, je größer der Wert $\frac{v_e}{u}$ oder je kleiner die Schlüpfung ist. Diese Erkenntnis hat dazu geführt, daß man bei Sc[hrau]ben die Schlüpfung nach Möglichkeit verringert, wozu es verschie[dene] Wege gibt: entweder kann man die Leistungsfähigkeit der Schr[au]be vergrößern, oder man kann die Schraubenzahl vermehren.

Bei Schaufelrädern schreckte man vor dem zweiten Wege [bisher] zurück, da die Unterbringung der breiten Räder natürlich mit Schwi[erig]keiten verknüpft ist. Neuerdings[1]) hat die norwegische Gesellschaft „Lloyd Propulsion“ diese Bedenken zurückgestellt, und die Gutehoffnungshütte hat zwei Schlepper nach der neuen Bauart in Bau genommen, Abb. 1 und 2. Die Schaufelräder sind hierbei im Heck untergebracht. Um die hierdurch hervorgerufene Trimmlage auszugleichen, ist d[er Ma]schinenraum in das Vorschiff verlegt worden. Die Folge ist ein[e] ungünstige Beanspruchung des Schiffskörpers, die, wie allgemei[n bei] Heckraddampfern, ein Sprengwerk nötig macht. Durch Herabs[etzung] der Schlüpfung können aber große Ersparnisse erzielt werden. Ma[n] erwartet im vorliegenden Fall etwa 20 vH Brennstoffersparnis ge[gen]über dem früheren Betrieb. [M 8]

[1]) s. „Schiffbau“ Bd. 26 (1924) S. 719, „Werft, Reederei, Hafen“ Bd. [...] S. 401.

Hebezeuge mit Wechselgetrieben.

Von W. Claes, Neuwied.

Es werden die Gründe besprochen, warum eine Steigerung des Wirkungsgrades durch die allgemein bekannten Ausführungsformen von Wechselrädergetrieben an Hebezeugen nicht zu erreichen ist. Die daraus abgeleiteten Forderungen für Wechselgetriebe führen zu einer neuartigen Kranform, die im einzelnen beschrieben wird. An einer vergleichenden Gegenüberstellung wird die Steigerung der Leistung und des Wirkungsgrades durch die neue Bauart nachgewiesen und weiter ihre praktische Bedeutung für verschiedene Sonderzwecke gezeigt.

öchster Wirkungsgrad ist das Ziel der Technik. Er ist eine Forderung für alle Zweige der Wirtschaft, besonders für solche, die zu ihrem Betriebe dauernd große Energie-n verbrauchen. Man denke nur an das ausgedehnte Gebiet üterbewegung in seinen mannigfachen Formen. Von be-er Bedeutung ist hierbei der Zweig, der sich mit einer er Güterbewegung befaßt, die neben der Streckenförderung esentlichen auch Hubarbeit zu verrichten hat: der Kran-b.

n Werkstätten, Häfen, Werften, auf Lagerplätzen usw. Krane der verschiedensten Art ausgedehnte Anwendung. onderfällen abgesehen, bildet heute der elek-e Antrieb bei ihnen die Regel. Er ist daher e folgenden Betrachtungen in erster Linie ins gefaßt. Hebemaschinen sind in den letzten n infolge der an sie gestellten Anforderungen hr hoher Vollkommenheit gebracht worden. verlangt höchste Umschlagleistungen bei ge-em Kraftbedarf, kurz: höchsten Wirkungs- Bei der theoretisch vollkommenen Durchbil-der Getriebe und ihrer sorgfältigen Werkstatt-hrung auf mathematisch genau arbeitenden rmaschinen ist der mechanische Wirkungs-der Hebezeuggetriebe kaum noch zu über-n. Und doch gestatten die meisten bestehen-krananlagen durchaus nicht die an sich mög- Auswertung der in ihnen ruhenden moto-n Kräfte. So kann man in zahlreichen Fäl-. B. bei Besichtigung eines Hafens, die Be-tung machen, daß das Heben und Senken der asteten Kranhaken mit einer Langsamkeit ge-t, die den Beobachter geradezu auf eine Ge-robe stellt. Dabei drängt sich unwillkürlich rage auf, warum der leere Haken nicht mit vielfach höheren Geschwindigkeit bewegt da die Leistung des Hubmotors dies doch ohne es zuläßt. Diesen Mangel haben die Kran-rukteure schon immer empfunden. Sie waren seit langem bestrebt, durch umschaltbare Vor- Abhilfe zu schaffen. So entstanden Krane wei verschiedene Hubgeschwindigkeiten, durch ichte Lasten um ein vielfaches schneller be-werden können als volle Nutzlasten. Das Um-ten von der einen auf die andre Geschwindig-erfolgt dabei meistens von Hand an der Hub- unter Verwendung von Ausrückhebeln oder eln. Bei normalen Werkstattlaufkranen muß ler Kranführer zur Vornahme des Geschwin-itswechsels den Führerkorb verlassen und die bühne betreten. Diese Umschaltweise erfor-iel Zeit, kommt also für häufige Geschwindig-nderung nicht in Frage. Bekannt sind auch dnungen, die das Ausrücken vom Führerstand ranes aus gestatten, nachdem die Katze in rechende Reichweite an den Führerkorb ngefahren ist. Noch einfacher gestaltet sich Arbeit bei Hebezeugen, deren Hubwerk in mit dem Führerstand gemeinsamen Raum gebracht ist, was z. B. bei Hafendrehkranen egel bildet.

in Hubwerk, das vom Führerstand aus die haltung der Geschwindigkeiten gestattet, zei-Abb. 1 und 2. Die beiden ausrückbaren Ritzel durch eine Hohlwelle miteinander verbunden. Getriebe ist in den Abbildungen auf den lang-n Gang eingestellt. Beim Umschalten auf die Geschwindigkeit wird das einzuschaltende l in der Regel nicht die Eingriffstellung zu m Gegenrade haben. Deshalb ist fast immer r der Längsverschiebung eine entsprechende bewegung einer Rädergruppe notwendig. h unrichtige Handgriffe des Bedienungsper-s kommt es dabei leicht zu Unfällen infolge Abstürzens der Last, weshalb das Umschalten der Vorschrift gemäß nur bei abgesetzter Last erfolgen darf. Eine Sicherheit für die Befolgung dieser Vorschrift besteht nicht, wie eingetretene Unglücksfälle beweisen. Das Wechselgetriebe eines Hubwerkes sollte daher in erster Linie so beschaffen sein, daß die Geschwindigkeit mit Sicherheit auch bei anhängender Last umgestellt werden kann.

Es ist einleuchtend, daß auch die oben geschilderte Art des Umschaltens noch viel Zeit in Anspruch nimmt und daher nur in den Fällen praktisch benutzt werden kann, wo die Betriebsverhältnisse keinen häufigen Geschwindigkeitswechsel erfordern.

Abb. 1 und **2.** Hubwerk mit Umschaltung der Geschwindigkeiten vom Führerstand.

Stellen wir aber die Aufgabe, bei jedem Kranspiel den leeren Haken mit einer vielfach größeren Geschwindigkeit zu bewegen als den belasteten Haken, so muß die Umschaltung regelmäßig in wenigen Augenblicken zu bewerkstelligen sein. Erst dann wird durch die schnellere Bewegung des leeren Hakens Zeit gewonnen, also der Wirkungsgrad der Hebemaschine gesteigert.

Für das Wechselgetriebe des Hubwerkes eines leistungsfähigen Kranes müssen daher folgende beiden Hauptforderungen gestellt werden:

1. Sicheres Umschalten, auch bei anhängender Last.
2. Dauer der Umschaltung wenige Augenblicke.

Diese Bedingungen sind erfüllt bei einer neuartigen der Firma Arn. Georg A.-G., Neuwied, patentierten Kranbauart, die unter der Bezeichnung AGO-Kran hergestellt wird. Abb. 3 zeigt die Ausführung der Laufkatze eines solchen Kranes. Das Wechselgetriebe zur Erzielung der verschiedenen Geschwindigkeiten ist durch eine elastische Kupplung unmittelbar mit dem Hubmotor verbunden. Es liegt in einem vollkommen geschlossenen, gußeisernen Räderkasten, vergl. Abb. 8, und besteht aus der bekannten Anordnung zweier Stirnräderpaare *a-b*, *c-d* mit einer auf einem Keil verschiebbaren Klauenkupplung *e*. Bei Mittellage der Kupplung ist die untere Rädergruppe auf ihrer Achse *f* lose drehbar, in eingerückter Stellung das eine oder andre der Räder *b*, *d* starr mit der Achse verbunden. Diese trägt die elektromagnetische Bremse, die beim Abschalten des Stromes sofort einfällt und anhängende Lasten mit Sicherheit in der Schwebe hält. Die Klauenkupplung wird durch einen besonderen Umschaltmotor aus- und eingerückt, der wie die übrigen Antriebmotoren vom Führerstand des Kranes aus gesteuert wird. In der Darstellung des Führerkorbes, Abb. 4, ist der Umschaltsteuerhebel sichtbar. Er arbeitet auf eine in den Hubsteuerschalter eingebaute Nebenwalze und ist deshalb auf dem Hubschalter angeordnet, damit dieser und die Umschalteinrichtung gegenseitig gesperrt werden können. Die Sperrung liegt im Innern des Hubschalters und verhindert, daß dieser und die Nebenwalze gleichzeitig gesteuert werden können. Während des Geschwindigkeitswechsels ist daher die elektromagnetische Haltbremse unbedingt geschlossen, die bei Mittellage der Klauenkupplung sonst auftretende Freifallstellung also vermieden. Man kann infolgedessen auch unter Last mit Sicherheit auf den andern Gang umschalten. Eine an dem Hubsteuerschalter sichtbare Zeigervorrichtung unterrichtet den Kranführer über die jeweils eingeschaltete Geschwindigkeit. Während des Umschaltvorganges leuchtet eine Signallampe auf, die erst erlischt, nachdem die Umschaltung restlos vollzogen ist, indem in den beiderseitigen Endstellungen der Kupplung der entsprechende Lichtstromkreis plötzlich unterbrochen wird.

Der Kupplungsmechanismus, Abb. 5 bis 9, schaltet das Wechselgetriebe in wenigen Augenblicken von dem einen auf den andern Gang um. Der Umschaltmotor *g* arbeitet über das Schneckengetriebe *h* zunächst auf die Stirnräder *i* und *k*. Das Stirnrad *k* bewirkt mittels der Rutschkupplung *l* die Drehung des kegeligen Ritzels *m*, Abb. 9, des Zahnsegmentes *n*, Abb. 5, und folglich einen entsprechenden Ausschlag des mit *n* auf gleicher Welle aufgekeilten Ausrückhebels *o*, Abb. 8. Je nach dem Drehsinn des Umschaltmotors wandert also die Klauenkupplung *e* nach links oder rechts. Sie trifft bei diesem Vorschub mit ihren Zähnen in der Regel auf die seitlichen Ansätze des zu kuppel[illegible] Zahnrades. Die Kupplung kommt daher zunächst zur Ruhe [illegible] mit ihr die starr treibenden Elemente *o-n* und *m*, während [illegible] Zahnrad *k* infolge der Rutschkupplung *l* seine Drehbewe[illegible] unbehindert fortsetzt.

Diese Drehung nützt man auf folgende Weise aus, um [illegible] Einrückstellung für die Klauenkupplung zu erhalten: Ra[illegible] steht im Eingriff mit dem Zahnkranz *p* der kegeligen Kupplu[illegible] die bei ausgerückter Klauenkupplung Reibungsschluß mit [illegible] Motorkupplung *r* hat. Alsdann werden über *k*, *p*, *q*, *r* [illegible] Ritzelwelle und das entkuppelte Räderpaar *b*, *d* gedreht, [illegible] die infolge der Rutschkupplung *l* ständig unter dem Vors[illegible] druck stehende Klauenkupplung *e* eine Eingriffstellung vorfi[illegible] und in die betriebsmäßige Endstellung vorrücken kann. [illegible] kegelige Kupplung *q* ist lose drehbar auf einer Hohlwelle gela[illegible] also unbeeinflußt vom Lauf des Hubmotors, so lange sie au[illegible] rückt ist. Sie wird nach Bedarf durch ein Belastungsgewic[illegible] eingerückt und durch Bewegungsübertragung von der Rutschk[illegible] lung *l* auf die Ausrückgabel *t* wieder ausgerückt. Die Se[illegible] bewegung der Klauenkupplung wird durch ein Zahngetriebe [illegible] den Walzenschalter *u* übertragen, der bei nicht vollständig [illegible] gerückter Kupplung den Stromkreis für den Hubmotor unterbr[illegible] also sofort die elektromagnetische Haltbremse zur Wirk[illegible] kommen läßt. Die Last kann daher selbst bei ganz ausgerüc[illegible] Kupplung nicht abstürzen. Die Schilderung des Umschalt[illegible] ganges läßt erkennen, daß die aufeinander folgenden vers[illegible] denen Bewegungen der Kupplungsteile vollkommen selbstt[illegible] erfolgen, nachdem der Umschaltmotor angelassen ist. Es is[illegible] ohne Belang, ob die radiale Versetzung der zu kuppelnden T[illegible] mehr oder weniger groß ist. In jedem Fall ist der Ausrücke[illegible] sehr gering, die Umschaltung in zwei bis drei Sekunden vollzo[illegible] Somit ist auch die zweite Forderung für das Wechselgetr[illegible] eines Kranes erfüllt und die Grundlage für die angestrebte [illegible] besserung seines Wirkungsgrades geschaffen.

In welch hohem Maß eine Verbesserung möglich ist, [illegible] folgender Vergleich der Leistungen eines normalen Kranes ge[illegible] über dem AGO-Kran. Als Beispiel sei ein Hafendrehkran [illegible] biger Tragkraft mit einer Hubgeschwindigkeit von 25 m/min [illegible] einer Hubhöhe von 15 m angenommen. Der AGO-Kran, [illegible] gleichen Motorstärken, würde bei der Bewegung des leeren Hak[illegible] jeweils auf eine etwa fünffache Hubgeschwindigkeit, [illegible] 125 m/min, umgeschaltet werden. Demnach ergibt sich etwa [illegible]

Dauer eines Kranspieles
bei dem

	normalen Kran ($v = 25$ m/min)	AGO-Kran ($v_1 = 25$ m/min, $v_2 = 125$ m/min)
Anschlagen	5 s	[illegible] s
15 m Heben	36 „	[illegible] „
Absetzen	5 „	[illegible] „
Senken	36 „	[illegible] „
Fahren, Drehen, Pausen	28 „	[illegible] „
	110 s	[illegible] s

Entsprechend leistet der normale Kran $\frac{3600}{110} = 33$ Spiele
der AGO-Kran $\frac{3600}{82} = 44$ Spiele } in d[illegible] Stu[illegible]

Abb. 3. Laufkatze eines Ago-Kranes.

Abb. 4. Führerkorb.

Abb. 5.

Abb. 6.

Abb. 7.

Abb. 8.

Abb. 9.

Abb. 5 bis 9. Umschaltvorrichtung für Wechselrädergetriebe.

Mit gleichen Motoren verrichtet also der AGO-Kran bei obigem Beispiel eine um 33 vH größere Arbeit. In Fällen, wo die Hubarbeit mehr in den Vordergrund tritt, sei es infolge größerer Hubhöhe oder Fortfallens der Fahr- und Drehbewegungen, wird die Gesamtarbeit noch weiter verbessert. So beträgt die Steigerung der reinen Hubarbeit ohne Berücksichtigung der Pausen in obigem Beispiel schon über 60 vH. Bei Stückgutverladung ist auch eine schnelle Anpassung der Hubgeschwindigkeit an die vielfach wechselnden Lasten möglich, so daß in zahlreichen Fällen leichte Lasten (ebenso wie der leere Haken) mit der größeren Geschwindigkeit bewegt werden können. Hierdurch wird die Förderleistung noch weiter erhöht. Die Arbeitsteigerungen ergeben eine entsprechende Ermäßigung der Betriebskosten auf 1 t Umschlagleistung. Die infolge schnellerer Löschung der Schiffe erzielten Ersparnisse an Liegegeldern usw. sind ebenfalls zu berücksichtigen. Ist eine bestimmte Förderung vorgeschrieben, so kann beim AGO-Kran die Hubgeschwindigkeit für Vollast und damit die Stärke des Hubmotors ermäßigt werden. Der Kran wird dann bei gleicher Förderung nicht so hoch beansprucht und erfordert weniger Strom als der normale Kran.

Neben der hohen wirtschaftlichen Bedeutung hat die Neuerung für manche Betriebe besondere praktische Vorteile, wo es darauf ankommt, die normale Hub- oder Senkgeschwindigkeit zeitweise sehr stark herabzusetzen, z. B. in Gießereien beim Einsetzen von Kernen, Herausheben von Modellen sowie in Maschinenhäusern bei dem Aufstellen schwerer Maschinen. Normale Krane werden zu diesem Zweck mit entsprechend geringer Geschwindigkeit ausgeführt. Der AGO-Kran gestattet dagegen, wesentlich höhere Geschwindigkeiten zu verwenden, die ganz nach Erfordernis nur bei Beginn oder kurz vor Beendigung der Bewegung um ein Vielfaches verringert zu werden brauchten, um mit der beabsichtigten Langsamkeit millimeterweise die Last zu bewegen. Es ist somit auch hierbei eine bessere Ausnutzung der Krane, also ein höherer Wirkungsgrad erreicht. [B 368]

Deutsche Forschungsarbeit.

Um Doppelarbeit vorzubeugen und die bei der heutigen deutschen Wirtschaftslage gebotene Gemeinschaftsarbeit deutscher Forschungsstätten im Sinne seines am 1. Februar d. J. in München gehaltenen Vortrags[1]) zu fördern, hat der Vorsitzende des wissenschaftlichen Beirates und Kurator des Vereines deutscher Ingenieure, Geh. Baurat Dr.-Ing. e. h. G. Lippart, eine Umfrage an eine Reihe von Forschungsstätten gerichtet und darin um Bekanntgabe der im Gange befindlichen Arbeiten zur fortlaufenden Veröffentlichung an dieser Stelle gebeten. Mitteilungen sind daraufhin bereits erschienen[2]), es ist jedoch noch folgende Nachtrag erforderlich:

XIV. Institut für Werkzeugmaschinen-Untersuchungen und Fertigungsverfahren der Technischen Hochschule Dresden.

[1]) Z. Bd. 68 (1924) S. 89.
[2]) Z. Bd. 68 (1924) S. 600 u. 1074.

XV. Psychotechnisches Institut der Technischen Hochschule Dresden.
a) abgeschlossen, aber noch nicht veröffentlicht,
b) in Arbeit,
c) geplant.

Werkzeugmaschinen.

1. Ziehverfahren aller Art. Einfluß des Falterhalterdrucks auf Formgebung, Einfluß der Abrundung und Temperatur auf die Ziehvorgänge (XIV b).
2. Versuche mit Räumnadeln, Einfluß von Geschwindigkeit und Schmierung, Spanhöhe und Formgebung auf die Räumnadelarbeit (XIV b).

Psychotechnik.

3) Einwirkung des Rhythmus auf die Arbeitsleistung und Ermüdung (XV b).
4) Einwirkung von Änderungen an den bei psychotechnischen Untersuchungen gebräuchlichen Apparaten auf die Versuchsergebnisse (XV b). [N 889]

RUNDSCHAU.

Materialprüfung.

Neuere Maschinen für die Baustoffprüfung[1]).

Die Wirtschaftlichkeit der Herstellung und des Verbrauchs von Baustoffen kann besonders durch möglichst hohe Leistungsfähigkeit der Baustoffe gesteigert werden. Hierdurch ist die dankenswerte Aufgabe gestellt, für die Prüfung derartiger Baustoffe geeignete Prüfungseinrichtungen zu schaffen. Im folgenden seien einige neuere Prüfmaschinen näher erläutert.

Abb. 1 zeigt den gesetzlich geschützten 50 t-Baustoffprüfer, Modell 1922, über den verschiedentlich berichtet worden ist[2]). Diese Maschine hat eine außerordentlich schnelle Verbreitung gefunden, da sie einem dringenden Bedürfnis nach Schaffung einer Maschine mit einem weitgehenden eichfähigen Meßbereich unter Verwendung verschiedenartig großer Probekörper abgeholfen hat. Die Maschine hat einen eichfähigen Meßbereich von etwa 200 bis 250 kg Gesamtbelastung an bis zu etwa 50 000 kg Gesamtbelastung. Dadurch wird die Möglichkeit gegeben, Probekörper von außerordentlich geringer Festigkeit und solcher von hoher Festigkeit mit der gleichen Genauigkeit zu prüfen. Diese Notwendigkeit ist gerade in der Baustoffindustrie gegeben, wo eine Bauunternehmung für ihre verschiedenen Bauten und Zwecke mit St[offen] der verschiedenartigsten Festigkeit arbeiten muß. Zu den bekannte[n] Baustoffen wie Kalkmörtel, Gips, Traß, Schwemmstein, Schlackens[tein,] Ziegel, Zement, Beton kommen heute noch hochwertige Zem[ente,] Schmelzzement usw. mit besonders hohen Festigkeiten. Die Unabhängig[keit] der Maschine von Druckwasserleitungen, von hochwertigen Ö[len] wie z. B. Rizinusöl usw., macht sie auch an Stellen verwendbar, a[n denen] andre Prüfmaschinen schwer oder gar nicht zu gebrauchen sind. D[ie] Größe der Preßplatten beträgt 130 mm Kantenlänge, die größtmög[liche] Höhe der einspannbaren Probekörper 175 mm.

Abb. 1. 50 t-Baustoffprüfer, Modell 1922 für 200 bis 50 000 kg Meßbereich.

Um den Verwendungsbereich dieser Maschine noch zu steigern, hat man die Maschine mit einer Biegevorrichtung für Zement-, Beton- und Eisenbetonbalken versehen. Abb 2 und 3 zeigen den 50 t-Baustoffprüfer mit einer Biegevorrichtung für Zement-, Beton- und Eisenbetonbalken für kleinere Balkenabmessungen. Die Balkengröße beträgt [be]i einem Biegemoment von 75 000 kgcm 90 × 120 × 600 mm. Da die Handlichkeit der Maschine ihre leichte Verwendung auf Baustellen gestattet, können auf diese Weise nicht nur Druckversuche an Zementprobekörpern mit 70,7 mm Kantenlänge und Betonkörpern mit 100 mm Kantenlänge, sondern auch Biegeversuche an der Baustelle selbst ausgeführt werden. Die Maschine wird zurzeit nicht nur mit der Vorrichtung für die obengenannten, verhältnismäßig kleinen Biegebalken ausgerüstet, sondern auch mit einer Vorrichtung für größere Balken.

Abb. 2 und 3. 50 t-Baustoffprüfer, neue Bauart, mit Biegevorrichtung.

Abb. 4 und 5 zeigen eine Prüfmaschine, der in der letzten Zeit weitgehende Beachtung entgegengebracht worden ist. Sie dient zur Bestimmung der Biegefestigkeit ebener Fußsteigplatten, beispielsweise solcher aus Schlackenzement bis zu 60 × 300 × 500 mm Größe für zentrische Belastungen bis 3000 kg.

Abb. 4 und 5. Biegefestigkeitsprüfer für Zementplatten.

Besonders hat man sich in den letzten Jahren mit den großen Prüfmaschinen zur Bestimmung der Druck-, Knick- und Biegefestigkeit von Betonwürfeln, Betonbalken usw. befaßt, da die Prüfung der Würfeldruckfestigkeit an Körpern von 200 oder 300 mm Kantenlänge den Erfordernissen von Praxis und Wissenschaft nicht mehr genügte. Gerade die neuzeitlichen Großbauten haben Veranlassung gegeben, Prüfungen in einem ganz andern Ausmaß vorzunehmen, als es die Würfeldruckfestigkeit bietet. Die neuzeitlichen Baukonstruktionen verlangen nicht nur die Prüfung der Würfeldruckfestigkeit, sondern auch die Bestimmbarkeit der Knick- und Biegefestigkeit sowie der Zugfestigkeit der Baustoffe, wie auch der Baustoffteile (z. B. beim Eisenbeton auch die Prüfung der Festigkeit der Bewehrungseisen).

Abb. 6 bis 8 zeigen eine Universal-Baustoffprüfmaschine für Druck-, Zug-, Knick- und Biegefestigkeitsprüfungen für Belastungen bis 500 000 kg. Das obere Querhaupt ist beweglich und kann so weit zusammengefahren werden, daß auch kleine Zementwürfel von 70,7 mm Kantenlänge auf der Maschine mit der gleichen Genauigkeit geprüft werden können wie auf dem 50 t-Baustoffprüfer. Anderseits können auf der Maschine nicht nur Betonwürfel von 200, 300 und 400 mm Kantenlänge geprüft werden, sondern das obere Querhaupt kann so weit auseinander gefahren werden, daß Betonbalken bis zu 3000 mm freier Einspannhöhe in der Maschine auf Druck- und Knickfestigkeit geprüft werden können.

---

[1]) Mitteilung aus der Abt. Prüfmaschinenbau des Chemischen Laboratoriums für Tonindustrie, Prof Dr. H. Seger und E. Cramer G. m. b. H., Berlin NW 21.

[2]) Z. Bd 66 (1922) S. 1028. Vergl. a. Tonindustrie-Zeitung B. 47 (1923) Nr. 20 S. 195 u. Bd. 48 (1924) Nr. 24 S. 251.

D Probekörper hat bei einer normalen Ausführung bis zu 400 × 400 mm² -chnitt, sofern nicht größere Preßplatten einen andern Querschnitt iglichen. Die Feststellung der Biegefestigkeit mit zentrisch oder ver- wirkenden Lasten wird an Probekörpern bis zu 2000 mm Entfernung Auflager ausgeführt. Das größte Biegemoment mit zentrisch oder ilt wirkender Last beträgt 5 000 000 kgcm. Auf die Prüfung mit eilten Lasten wird heute besonderer Wert gelegt. Durch die ge- ige Anlage der Maschine ist es möglich, statt Beton- oder Eisen- balken auch ganze Konstruktionsteile auf ihre Biegemomente in Maschine zu prüfen.

Diese Maschine kann auch als Zerreißmaschine mit einer Belastung bis zu 50 000 kg benutzt werden. Für die Ausführung von Zerreiß- ichen wird oberhalb der unteren Preßplatte eine Traverse ein- wenkt und eine entsprechende Gegenvorrichtung am oberen Quer- der Maschine eingebaut. Abb. 6 und 7 zeigen andeutungsweise die ißmaschine mit einer Stellung für geringe Zerreißlängen. In der so affenen Zerreißmaschine können selbstverständlich sämtliche Zer- üfungen, die in der Eisenindustrie gebräuchlich sind, ausgeführt en. Für die vorliegenden Zwecke sind aber außerdem wertvoll die stigkeitsversuche an Beton- und Eisenbetonkörpern. Vor allem kommen für den Bauingenieur auch Prüfungen an Seilen, Stahl- n und längeren Eisenteilen in Frage, mit denen er beispielsweise Eisenkonstruktionen bewehrt. Das Einspannen derartig langer örper ist infolge der großen Einspannlänge der Maschine, die sich ler Beweglichkeit des oberen Querhauptes für die Ausführung von - und Knickfestigkeitsprüfungen an Beton- und Eisenbetonbalken hiedener Längen ergibt, ohne besondere Verlängerung der Seiten- eln, wie dies sonst bei Zerreißmaschinen normaler Bauart erforder- st, leicht möglich. Wir haben also in der vorliegenden Maschine Beispiel einer Prüfmaschine, deren Verwendungsmöglichkeit außer- tlich vielseitig ist und die trotz des hohen Kraftbereiches von 0 kg infolge der Eigenart ihrer Bauweise doch einen Meßbereich inem Umfang aufweist, der ihre Vielseitigkeit noch steigert. Durch ielartigen Prüfungsarten (Druck-, Knick- und Biegefestigkeit sowie stigkeit), verbunden mit einem eichfähigen Meßbereich von etwa g bis 500 000 kg Gesamtbelastung, ist die Möglichkeit für die Aus- ng aller überhaupt nur für das Baufach in Frage kommenden land- en Prüfungen gegeben, sofern nicht besondere Umstände noch r andersartige Beanspruchungen des Baustoffes zur Folge haben, ann natürlich infolge der verhältnismäßig großen Seltenheit ihrer ischen Prüfung wiederum Sonderprüfmaschinen erfordern; diese nicht zu vermeiden, wenn man nicht die Prüfmaschinen für die neinen Prüfungen durch derartige Sondereinrichtungen hinsichtlich Anschaffung und ihres Betriebes zu unwirtschaftlich gestalten wollte.

Die Bewegung des oberen Querhauptes ist sowohl von Hand wie durch Kraft vorgesehen. Welcher Art von Antrieb der Vorzug gegeben wird, ist lediglich eine Geldfrage. Die Kraft wird auch bei dieser Maschine, wie bei derartigen Maschinen üblich, durch Messung des Flüssigkeitsdruckes mit Hilfe von Manometersätzen gemessen, die so ausgebildet sind, daß jeweils ein Arbeits- und ein Kontrollmanometer vorhanden sind. Die Maschine selbst wird derart aufgestellt, daß die Proben für die Druck-, Knick- und Biegeprüfung außerhalb der Maschine befestigt und dann auf der unteren Druckplatte bzw. dem Biegeschlitten in die Maschine eingefahren werden. Hierdurch wird die Möglichkeit gegeben, die Proben bequem außerhalb der Maschine richten zu können. Gerade das genaue Ausrichten der Probekörper ist für die Erzielung richtiger Ergebnisse ebenso wichtig wie die Genauigkeitsarbeit der Maschine selbst.

Abb. 6 bis **8.** Universal-Baustoff-Prüfmaschine.

Der kurze Hinweis auf die vorstehend beschriebenen Maschinen möge zeigen, daß auch der Prüfmaschinenbau den Forderungen nach höchster Leistungsfähigkeit der Baustoffe nicht aus dem Wege gegangen ist, sondern sich bemüht, dem Bauingenieur die Einrichtungen zu schaffen und bereitzuhalten, die er zur Erfüllung seiner vielseitigen Wünsche und Forderungen braucht. [M 462] Dr. Hans Hecht.

Bauingenieurwesen.

Deutscher Eisenbau-Verband.

Am 17. Oktober d. J. hat in Stuttgart wieder eine Hauptversammlung des Deutschen Eisenbau-Verbandes mit wissenschaftlichen Verhandlungen stattgefunden, nachdem sie im vorigen, für die deutsche Eisenindustrie so verhängnisvollen Jahre hatte ausfallen müssen. Unter dem Vorsitz von Direktor Rudolf Eggers, Hamburg, haben die Mitglieder mit ihren Gästen, Vertretern der Wissenschaft und Verwaltung, über die wichtigsten Aufgaben des Eisenbaues Aussprache gehalten in der Hoffnung, daß es nun wieder aus dem Dunkel hinausgehen werde. Welche Bedeutung Stuttgart für die Technik des Eisenbaues hat, möge im folgenden gezeigt werden.

In dem im „Bauingenieur" Bd. 5 (1924) Heft 19 veröffentlichten Geschäftsbericht sind die dunklen Punkte aufgereiht, die die Ruhrbesetzung für die Eisenbauwirtschaft ergeben hat. Hier sollen sie trotz ihrer nicht zu unterschätzenden Nachwirkung nicht weiter erörtert werden. Schwerwiegende Gründe liegen auf jeden Fall vor, alle Kraft zusammenzufassen und mit allen erdenklichen Mitteln der Theorie und Praxis die hohe Stellung des deutschen Eisenbaues in der Weltwirtschaft zu verteidigen. Dem Deutschen Eisenbau-Verband kann man das Zeugnis nicht versagen, daß er trotz der schweren Zeit durch seine Versuchsarbeiten auf diesem Weg Ansehnliches geleistet hat.

Versuche an Einzelheiten des Eisenbaues.

Das geht zunächst aus dem Vortrag von Dipl.-Ing. Rein, Berlin, über die in den letzten beiden Jahren vom Verband gemachten und abgeschlossenen Versuche hervor, die sich mit Stoßdeckungen und Stabanschlüssen beschäftigten und das Knickproblem behandelten. Der konzentrierte Stoß zeigt sich allen andern Stoßausbildungen überlegen. Mit und ohne Beiwinkel sind lange Winkelanschlüsse gleichwertig. Bei kurzen Anschlüssen an schwache und zugespitzte Knotenbleche müssen die Beiwinkel möglichst starr mit 60 bis 80 vH Nietüberschuß mit dem angeschlossenen Stab verbunden werden. Bei den ausgedehnten Versuchen des Verbandes ist es gelungen, die Knickspannungslinie für $\lambda = 40$ bis 105 zu ermitteln, die einen sehr raschen, bogenförmigen Übergang aus der Eulerschen Hyperbel in die Streckgrenze aufweisen, also auch den in den neuen Vorschriften gemachten Annahmen entsprechen. Jedenfalls ist mit diesen letzten Ergebnissen festgestellt, daß die Zuverlässigkeit der seit Jahrzehnten nach der Eulerformel berechneten Brücken in Preußen einwandfrei ist.

Auch die Ergebnisse der Versuche mit Stoß- und Nietverbindungen bestätigen die Schwedlerschen Regeln, die seit 60 Jahren in Deutschland befolgt werden und auch in Amerika besonders bei Verdrängung der Bolzenverbindungen große Bedeutung erlangt haben; dies kann, wie Prof. Hertwig, Berlin, hervorhob, nicht stark genug unterstrichen werden. Ähnliches gilt von der Eulerformel, was Dr. Bohny noch besonders betonte. Ich glaube auch, daß man sich nunmehr wohl andern Aufgaben zuwenden kann. Der Anfang ist mit den Neuerungen im Trägerbau bereits gemacht.

Verbesserung von Trägerbauten.

Über wichtige Versuche des Verbandes mit verbesserten Anschlüssen und teilweise in die Unterzüge eingespannten Feldträgern berichtete sehr ausführlich und anschaulich Prof. Dr. Siegmund Müller, Berlin. Bei den Versuchen waren im Oberflansch Zugverbindungen durch „Kontinuitätsplatten“ und zur Übertragung der Druckkräfte die Fugen zwischen Unterzug und Druckflansch mittels „Kontaktplatte“ oder Schweißung geschlossen. Gegenüber dem einfachen Balken sind in den Seitenfeldern, also für einseitig eingespannte Balken bei Kontaktplatten um 35 vH, bei Schweißung um 45 vH, in den Mittelfeldern, also bei beiderseitig eingespannten Balken, sogar um 60 vH geringere Durchbiegungen festgestellt.

Die Stützenmomente sind gegenüber dem ununterbrochenen Zusammenhang geringer, und zwar bei verschweißten Druckübergängen bis 0,8fach. In den Seitenfeldern waren die wirklichen Momente statt $\frac{Pl}{8}$ nur $\frac{Pl}{11}$, in den Mittelfeldern $\frac{Pl}{30}$. Die wirtschaftlichen Vorteile belaufen sich auf 15 bis 30 vH. Der ganze Trägerbau erhält durch die Verbesserung der Verbindungen erheblich größere Standfestigkeit. Die Folgen dieser Ergebnisse sind, daß neue baupolizeiliche Bestimmungen über derartige Einspannungen herauskommen werden, wodurch es dem Eisenbau möglich wird, Vorsprünge einzuholen, die der Eisenbetonbau sich durch Berücksichtigung und leichte Ausführung derartiger Einspannungen seit langem zunutze gemacht hat. Weitere Mittel, die Eisenersparnis bezweckeu, werden angestrebt, z. B. die zulässigen Biegespannungen höher zu setzen als die reinen Zug- und Druckspannungen.

Auf gleicher Bahn bewegen sich die Versuche über technische und wirtschaftliche

Verbesserungen der Nietverbindungen,

über die Dr.-Ing. Dörnen, Derne bei Dortmund, sprach. Dabei handelte es sich um die bessere Ausnutzung des Lochleibungsdruckes, der auf mehr als das Dreifache der Zugspannung gesteigert werden kann. Es ergibt sich also eine Ersparnis an der Nietzahl, was bislang bei den Nachrechnungen bestehender Brücken bereits zugestanden wurde, aber auch für neue Brücken erwünscht ist, weil damit in den Knotenpunkten 40 vH Ersparnis an Arbeit und Baustoff erzielt werden kann. Weitere Vorteile sind gedrungenere Knotenpunkte, geringere Nebenspannungen, gleichmäßigere Verteilung der Stabkräfte auf weniger Niete und Vermeidung der Beiwinkel.

Das setzt aber voraus, daß die Nietung wesentlich verbessert wird. Dr. Dörnen schlägt deshalb vor, die Niete kalt in das Loch zu setzen, sie elektrisch zu erhitzen und zu schließen. Dadurch erreicht man die Vorteile, daß man lose Niete, ohne sie herausschlagen zu müssen, neu erhitzen und schlagen kann, geringere Staucharbeit erhält, lange Niete auch vom Setzkopf aus stauchen kann, glühende Niete nicht zu handhaben und zu befördern braucht und bei entsprechender Ausbildung der Werkzeuge zum Vorhalten und Schließen als Elektroden die Niete während des Schließens soweit erhitzen kann, daß Schaft und Lochleibung sich miteinander verschweißen. Die von dem Vortragenden angestrebten und durch Versuche unterstützten Verbesserungen der Nietverbindungen müssen als aussichtreiche Mittel für den Eisenbau angesprochen werden.

Ist in vorstehendem die fortschrittliche Bahn in der Durchbildung der Einzelheiten gekennzeichnet, so können die Verhandlungen über

hochwertigen Baustahl

als das Bedeutsamste der diesjährigen Tagung angesehen werden, um so mehr, als durch die Teilnahme der Vertreter der Erzeuger, Verarbeiter und Verbraucher an der Erörterung volles Licht über die gegenwärtige Sachlage ausgebreitet worden ist. Eingeleitet wurde die Frage durch einen ausgezeichneten Vortrag von Direktor Erlinghagen (Krupp), Rheinhausen, der zunächst die geschichtliche Entwicklung des Baustoffes der Eisenbauten vom Gußeisen bis zum hochwertigen Baustahl brachte. Von diesem wird behauptet, daß der deutsche Eisenbau sich wieder an einem Wendepunkt befinde, wie beim Übergang vom Schweißeisen [zum] Flußeisen.

Durch den Normenausschuß der Deutschen Industrie wird [eine] Verminderung der verschiedenen Sorten verlangt und als Normgüte Eisen mit 37 bis 45 kg/mm², ferner drei Stahlsorten von 34 und 44 kg/mm² als Sondergüteklassen angesehen und dafür Bezeichnung „Flußstahl“ festgesetzt. In den Reichsbahnvorschr[iften] von 1922 wird jedoch die Streckgrenze von 24 kg/mm² Normal[güte] verlangt und 1400 kg/cm² und höhere Grundspannungen werden bei [ent]sprechender Erhöhung der Streckgrenze zugelassen. Früher war für [die] Streckgrenze im allgemeinen keine Vorschrift vorhanden. Das [Ver]langen nach höherer Festigkeit bei größeren Brücken entspringt [wirt]schaftlichen Beweggründen. Der Stahl mit höherem Kohlenstoffge[halt] ist aus diesem Grunde mit dem Nickelstahl in erfolgreichen Wettbew[erb] getreten, da dieser doppelt so teuer ist. Durch die Materialknapp[heit] der letzten Jahre veranlaßt, hat die Reichsbahn auf den von Li[nke-] Hofmann-Lauchhammer hergestellten Stahl mit 55,2 kg/mm² Br[uch]festigkeit und 34,6 kg/mm² Streckgrenze hingewiesen, ein Baustoff, ähnlich von der deutschen Kriegsmarine schon früher benutzt und einer Beanspruchung bis 2400 kg/cm² auch bei Krupp verarbeitet wor[den] ist. Durch Verhandlungen des Eisenbauverbandes und der Eisenhütt[en]leute mit der Reichsbahn sind sodann für den hochwertigen Bausta[hl] 58 kg/mm² als Höchstfestigkeit, 30 kg/mm² als Mindeststreckgrenze [und] die Dehnung auf 18 vH festgesetzt worden, wobei die Beanspruchung um 30 vH höher als bei Flußstahl von Normalgüte zugelassen wor[den] ist. Bei großen Brücken soll dadurch 25 vH Baustoffersparnis mög[lich] sein. Die Vorschriften bedürfen aber nach Ansicht des Vortragen[den] bezüglich des Stoßbeiwertes noch der Ergänzung. Dieser müßte [im] Verhältnis der Spannung infolge Eigengewichts zur Spannung inf[olge] Verkehrs abhängen, nicht von der Stützweite. Auch hinsichtlich [der] Wechselstäbe wünscht er Abänderungen.

Die Bearbeitungskosten in den Werkstätten erhöhten sich auf 20 [vH], das heißt für den Gesamtwerkstattlohn um 7 vH. Bei Verwendung [des] hochwertigen Baustahles bei Brücken werden nach Bohny bei 50, [100,] 150 und 200 m Spannweite 7, 17, 20, 26 vH Kosten gespart. Mit [dem] Hinweis auf die außerordentlichen Leistungen der deutschen Thomaswerke, welche Schienen von 80 bis 90 kg/mm² Festigkeit walzen, schloß der zu lebhafter Aussprache Anlaß gebende Vortrag Erlinghagens.

Im Meinungsaustausch wies in erster Linie Prof. Memmler [vo]m Materialprüfungsamt Groß-Lichterfelde auf die Gefahren hin, einen [Bau]stoff über die Streckgrenze hinaus statisch und dynamisch zu [be]anspruchen, ferner auf die Schwierigkeiten, die die Feststellung [der] Streckgrenze bei neuzeitlichen Stahlsorten bietet, und daß sich die [Pro]portionalitätsgrenze nicht in ein bestimmtes Verhältnis zur Streckgre[nze] bringen lasse; ebenso schwierig sei die Feststellung des Verhältnis[ses] der Streckgrenze zur Bruchgrenze, allein schon je nach dem Maße [des] Ausglühens. Memmler empfiehlt daher aus Sicherheitsgründen F[est]setzung einer Höchststreckgrenze und einer Minde[st]dehnung für den neuen Werkstoff.

Prof. Gehler, Dresden, sprach über den neuen Werkstoff [oh]ne Nickel vom Standpunkt des Brückenbauers seine Zufriedenheit [au]s. Dr. Brunner (Harkort), Duisburg, hat Bedenken, daß der Bedarf [zu]nächst nicht so groß sei, daß die Hüttenwerke die Lieferung aufnehm[en] werden. Er empfiehlt, die Schwierigkeiten langsam zu überwinden. Bei heutigen Notstande der Wirtschaft kann aus den bei Submissionen an[ge]gebenen Preisen kein Beweis für die Wirtschaftlichkeit abgele[itet] werden. Baurat Dr. Voß, Kiel, weist auf die Gefahr der Verwechslung hin, wünscht deshalb die allgemeine Einführung des neuen [Bau]stoffes und Feststellung der Festigkeitsgrenzen nach wirtschaftlich[en] Gesichtspunkten. Er glaubt, 44 bis 52 kg/mm² mit 23 vH Dehnung [sei] in Deutschland das richtige.

Prof. Mühlenhoff, Aachen, wünscht höhere Güte, um [den] hochwertigen Werkstoff leichter von dem andern unterscheiden [zu] können, hält eine Änderung des Berechnungsverfahrens für Wechselstäbe nicht für nötig, da diese selbst bei Auslegerbrücken keine so gr[oße] Rolle spielen. Geh. Baurat Dr. Schaper, Berlin, empfiehlt die la[ng]same Einführung des hochwertigen Baustahles, erkennt die großen V[or]züge des neuen Baustoffes an, dem sich die Zukunft zuwenden wi[rd]. Für die westdeutschen Hüttenwerke spricht Direktor Dorff (Kru[pp]) die Ansicht aus, daß die Sache noch nicht ganz klar sei, daß es jedenf[all]s unrichtig sei, anzunehmen, Siemens-Martin-Stahl ließe sich besser [al]s Thomasstahl anwenden, und verwahrt sich lebhaft gegen die Behauptung, daß die deutschen Thomas- und Martinwerke seit dem Krie[ge] keine Fortschritte in der Güte gemacht hätten.

Aus den Verhandlungen über die Werkstoffrage hat man im gan[zen] demnach den Eindruck gewonnen, daß das erfreuliche Vorgehen [der] Reichsbahn sicher den Dank des Eisenbaues verdiene. Die noch [vor]handenen Schwierigkeiten werden sich nach baldiger Klärung der Sachlage überwinden lassen. Kleine nachträgliche Änderungen und Erg[än]zungen der behördlichen Vorschriften sind unvermeidlich und kön[nen] das fortschrittliche Vorgehen der Reichsbahn nicht beeinträchtigen [od]er bloßstellen. Wer wartet, bis alles geklärt ist, kommt gewöhnlich [zu] spät!

Endlich ist noch über den Vortrag von Oberingenieur Schellwald, Dortmund, zu berichten, der die Betriebswissenschaft im Eisenbau auch in den Werkstätten wie beim Maschinenbau [ein]geführt wissen will und auch Unterricht über die Betriebsvorgänge [au]f der Hochschule verlangt.

Aus vorstehenden kurzen Darlegungen dürfte hervorgehen, daß [die] Tagung des Deutschen Eisenbau-Verbandes in Stuttgart recht lehrreich war. Mögen die Verhandlungen ihre Früchte tragen zum Segen [des] Eisenbaues und der deutschen schwer darniederliegenden Wirtschaft.

Berlin. [N 839] Karl Bernhard.

Wettbewerb zur Verbesserung alt-holländischer Windmühlen[1]).

Die Vereinigung „De Hollandsche Molen", die die Erhaltung der …len in den Niederlanden als Schönheitsträger in der Landschaft …ie im Dorf- und Stadtbild, ferner die Anpassung des Windmühlen…iebs an die Forderungen der Neuzeit erstrebt, hat ein allgemeines …ausschreiben veranstaltet. Folgende Bedingungen müssen erfüllt …len:

Die Harmonie zwischen Mühlenkörper und Flügeln darf so wenig wie möglich gestört werden. Ausbauten oder Anbauten dürfen der ganzen Mühle gegenüber nicht überwiegen.

Hinsichtlich inwendiger Verbesserungen sind die Bewerber völlig frei innerhalb einer angemessenen Kostengrenze.

Vorzusehen ist irgendeine Kraftanlage in der Mühle, die die Windkraft ergänzen kann und dieselben Triebteile in Bewegung setzen kann wie die Flügel.

Für die Flügel ist eine Einrichtung zu schaffen, die trotz Wechsels der Windkraft und ohne die Flügel zum Stillstand zu bringen, ruhigen und gleichmäßigen Gang gewährleistet.

Die Windmühle soll sich nach dem Wind richten oder doch bequemer und schneller nach dem Wind gerichtet werden können als jetzt.

Die Flügellänge soll von der jetzigen nicht abweichen. Der Ab…d der Enden vom Erdboden soll wegen der Gefahr für Menschen …n Tier möglichst nicht geringer als 2 m sein, aber auch nicht wesent…ich größer. Der Zahl von vier Flügeln wird der Vorzug gegeben. Die Flügel dürfen, außer unmittelbar an der Achse, nicht miteinander ver…den sein, ihre Hauptform soll von der bisherigen nicht wesentlich …eichen. Bauart der Flügelträger und der Achse ist freigelassen.

Die Bedienung des Hilfskraftwerkes soll so einfach sein, daß sie …eden Müller erlernbar ist. Das Hilfskraftwerk muß leicht ein- und …eschaltet werden können und soll mindestens 20 PS leisten.

Der gleichmäßige Gang darf nicht durch Bremseinrichtungen er…t werden, die Flügel sollen vielmehr selbsttätig bei zunehmender …stärke die Windkraft mehr ausnutzen und umgekehrt, und zwar …o die selbsttätige Einrichtung bei 8 m/s in Tätigkeit treten. Bei … sollen die Mühlen anlaufen.

An Preisen sind 2100 Gm. verfügbar, wovon 875 Gm. auf den ersten …r entfallen sollen.

Die Bewerbungen sind bis zum 1. April 1925 an das Sekretariat der …einigung „De Hollandsche Molen", Amsterdam, Heerengracht 260/266, …reichen. [N 891] Bu.

Eisenbahnwesen.

Stehbolzen im Austauschverfahren.

Immer mehr macht sich im Maschinenbau das Bestreben geltend, …ueste Herstellungsverfahren durchzuführen. Zwei Ziele will man …rch vornehmlich erreichen. Einmal sollen die in der Großerzeugung …stellten Einzelteile ohne weiteres zusammenpassen und beim Zu…menbau keine Schwierigkeiten bereiten, sodann aber sind es die …n Vorteile des Austauschbaues bei späteren Ergänzungen, die die …stattleute aller Gebiete immer mehr, selbst im Großmaschinenbau, …Präzisionsarbeit übergehen läßt. Sogar die Kesselschmiede eignet …neuerdings die genauesten Herstellungsverfahren an und geht bei …Herstellung der Stehbolzen und der Deckenstehbolzen zum Aus…hbau über.

Es gibt drei Arten für die Dichtung von Stehbolzengewinde[2]). Ent…r man schraubt die Stehbolzen mit Übermaß ein oder …nt sie nach dem Einschrauben ohne Übermaß auf, oder man be…tet von vornherein Bolzen und Muttergewinde so genau, daß eine …ändige Abdichtung innerhalb des Gewindes …indet. Die beiden erstgenannten Verfahren erzielen die Ab…tung durch Zwang. Die Form von Stehbolzen und Kessel… wird hierbei verändert; sie fließen häufig ineinander über. Die auf … Weise entstehenden Veränderungen des Gewindes wirken beim …echseln der Feuerbüchse oder einzelner Stehbolzen oft nachteilig. …Einschrauben der Bolzen mit Übermaß kann ebenso wie das Auf…n unerwünschte Spannungen in die Bolzen und die Bleche hineinbrin… die sich unter Umständen später durch Risse geltend machen. So … z. B. der Stehbolzen mit Übermaß durch den Widerstand, den er … gewaltsamen Einschrauben mittels Druckluft-Einziehmaschine im Ge… der Feuerbüchswand findet, verdreht und verkürzt werden. Ein …nterschied zwischen Innen- und Außengewinde ist die Folge. Nie…hat man bei diesem Verfahren ebenso wie bei jenem, das kegelige …de vorschlägt, die Gewähr, daß der Stehbolzen wirklich auf der …n Gewindelänge anliegt und dichtet. Vielmehr werden meist nur … Gänge dicht und fest sein. Besonders auch bei den mit kegeligem … aufgedornten Bolzen wird dieser Umstand zutreffen, während es …ser Hinsicht um die mit zylindrischem Dorn aufgeweiteten Bolzen … bestellt sein wird.

…anz im Gegensatz zu den oben geschilderten beiden Verfahren …htet man nun bei den im Gewinde dichten Stehbolzen (von …sig, Tegel, zuerst durchgebildet) auf jeden Zwang. Mit geringem …aß (+ 0.06) werden Bolzen und Muttergewinde geschnitten, Abb. 9 … Die Gewinde werden mit nur einem Bohrer hergestellt, der, wie Abb. 9 zeigt, etwa in der Mitte abgesetzt ist. Durch Verwendung eines besonderen Fettes, das beim Schneiden erstarrt und die Späne in den Nuten des Bohrers festhält, erreicht man, daß beim Herausdrehen Späne das geschnittene Gewinde nicht beschädigen.

Der schwierigste Punkt ist das Härten des Gewindebohrers. Nur durch Verwendung eines Sonderstahls ist es gelungen, das Verziehen beim Härten und die Profile genau zu halten.

Die Flächen des inneren und äußeren Gewindes passen so gut aufeinander, daß selbst bei geringem Anpreßdruck die Abdichtung gegen Dampf- und Druckflüssigkeit vollkommen erreicht wird. Während des Betriebes wird der Abdichtvorgang noch unterstützt durch den Druck der äußeren Kesselwand nach außen und der Feuerbüchswand nach innen. Dadurch wird sich ein gewisser Kraftschluß zwischen den entsprechenden Gewindeflächen einstellen; auch die Erwärmung im Betriebe dürfte den Dichtvorgang fördern.

Abb. 9. Bohrer zum Schneiden der Muttergewinde für Stehbolzen.

Abb. 10 bis 12. Bolzen und Muttergewinde nach dem Verfahren Borsig, Tegel.

Ausgedehnte Dauerversuche mit Feuerbüchsen mit derartigen gewindedichten, unvernieteten Stehbolzen haben deren praktische Brauchbarkeit erwiesen. Die Frage, ob das neue Verfahren wirtschaftlich ist, wird wahrscheinlich bejahend beantwortet werden müssen. Natürlich sind zunächst noch viele Schwierigkeiten zu überwinden und erhebliche Kosten aufzuwenden. Werkzeugmaschinen und Meßwerkzeuge von hoher Genauigkeit müssen beschafft werden, Betriebsleiter der Herstellungs- und Ausbesserwerke, Meister und Arbeiter müssen an die erforderliche Sorgfalt gewöhnt werden. Sobald aber diese Anfangsschwierigkeiten überwunden sind, wird die Wirtschaftlichkeit des neuen Verfahrens außerordentlich gut sein. [M 815] Dr. Geisler.

Gleisbogen mit starker Krümmung.

Von der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.

Führte bisher der Verkehr mit Eisenbahnfahrzeugen an jenen Stellen, wo scharfe Richtungsänderungen vorhanden waren, zu Mißhelligkeiten durch lange Stockungen an den Drehscheiben, so ist man jetzt in der Lage, z. B. im Industriegelände Krümmungen bis zu 30 m Halbmesser herab zu durchfahren. Dazu dient die in Abb. 13 gezeigte Einrichtung von Joseph Vögele A.-G., Mannheim, oder eine ähnliche Einrichtung der Maschinenfabrik „Deutschland", Dortmund.

Das Wesen der beiden Anlagen besteht darin, daß auf der äußeren Schiene der Spurkranz des äußeren Rades auf einer durch Einlegen eines Futters oder durch entsprechende Ausbildung des Schienenkopfes gebildeten Fläche läuft. Die Führung übernimmt jetzt beim Durchfahren der Krümmung nicht mehr das vordere äußere, sondern das vordere innere Rad. Das sonst auftretende schädliche Klemmen der Achsen in den Achsbüchsen wird auf diese Weise vermindert. Da das äußere Rad beim Durchfahren der Krümmung auf diesen Gleisbogen einen größeren Umfang hat als das innere, so wird es bei jeder Umdrehung einen größeren Weg beschreiben als dieses, sich also den tatsächlichen Weglängen besser anpassen, als das beim Durchfahren einer scharfen Krümmung ohne diese Anordnung der Fall wäre. Alles schädliche Gleiten wird vermieden. Sogar dreiachsige Werklokomotiven mit unverschiebbarer Mittelachse können Krümmungen von 30 m Halbmesser anstandlos durchfahren, wenn ihr Radstand einen bestimmten Betrag nicht überschreitet. Die Einführung dieser Einrichtungen wird geeignet sein, auch auf die Gestaltung der Fabriken einen Einfluß auszuüben, bei deren Anlage man jetzt oft auf Gleisbogen mit großen Halbmessern Rücksicht nehmen mußte, ein Umstand, der von jetzt ab fortfallen kann. Es darf natürlich nicht vergessen werden, daß solche Krümmungen nur mit kleinster Geschwindigkeit durchfahren werden dürfen. [M 840] Gs.

Abb. 13. Schnitt durch das Bogengleis.

[1]) „De Ingenieur" Bd. 39 (1924) Nr. 40.

[2]) Vergl. Glasers Annalen Bd. 94 (1924) S. 129 und Bd. 95 S. 143; s. a. Z. Bd. 68 S. 1167.

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuths Abteilung Sortiment, bezogen werden.

Arbeitsvorbereitung. Von E. Michel. Berlin 1924, VDI-Verlag, G. m. b. H. 310 S. m. 120 Abb. Preis Gm. 12.

Wohl auf keinem Gebiet der Fabrikorganisation drängt die Entwicklung der Einrichtungen so stark vorwärts wie bei der Erledigung der Arbeitsvorbereitung. Hier gewinnt in den letzten Jahren die Erkenntnis Raum, wie wichtig es für eine wirtschaftliche Betriebführung ist, den Verlauf des Arbeitsvorganges im voraus klar zu durchdenken und rechtzeitig dafür zu sorgen, daß bei Beginn der Arbeit alle Unterlagen und Hilfsmittel zur Stelle sind. Die Ausführung der Arbeit unter wirtschaftlichen Bedingungen und das schnelle, planmäßige Durchleiten der Werkstücke durch die Betriebsabteilungen ist schlechterdings unmöglich, wenn Arbeitsdurchführung, Betriebsmittel, Hilfseinrichtungen, Reihenfolge der Auftragserledigung usw. nicht rechtzeitig festgelegt sind.

Das Erscheinen des neuen Buches ist zu begrüßen, da die betriebstechnische Literatur bisher gerade die Arbeitsvorbereitung nicht sehr eingehend behandelt hat. Die umfassende Behandlung der Aufgabe muß weit ausholen, sie darf nicht beim eigentlichen Arbeitsvorgang beginnen und für diesen die Betriebs- und sonstigen Hilfsmittel, die Zeitvorgabe usw. festlegen; denn letzten Endes dienen alle Überlegungen, vom Ausschreiben der Bestellung bis zur Ausführung der Arbeit, der Vorbereitung der Arbeit.

Dieser Gedanke tritt dem Leser des Buches gleich in der Inhaltsübersicht entgegen; sie läßt erkennen, wie weite Grenzen der Verfasser seiner Aufgabe gesteckt hat, und enthält das Auftragwesen, das Kennzeichnen und Ordnen der Aufträge, das Lagerwesen, den Werkstättenauftrag, die Wege und Ziele der Arbeitverteilung, die Zeitvorgabe, Arbeitsbureau und Arbeitsreihenfolge, Maßnahmen zur Prüfung und Abnahme der Arbeit, Dienstanweisungen und Vorbereitung zur Selbstkostenermittelung.

Das Buch liest sich wegen der frischen, von überzeugtem Optimismus getragenen Art der Behandlung mit Genuß. Die Behandlung des Stoffes nimmt keine Rücksicht auf einen bestimmten Industriezweig; dadurch wird das Werk, trotzdem die Beispiele aus der mechanischen Industrie genommen sind, auch für andre Industriezweige eine Anregung. Der Gedanke der planmäßigen Arbeitsvorbereitung ist überall folgerichtig durchgeführt, die Darstellung ist klar und wird durch zahlreiche Abbildungen belebt. In einem besondern Abschnitt wird die Bedeutung des Wandertisches zum Beschleunigen des Materialflusses gewürdigt.

Daß man die Grundsätze des Buches auf jede Art von Fertigung anwenden kann, trifft aber nicht ohne weiteres zu; denn beim Übergang von Massenfertigung oder ausgesprochener Reihenfertigung zu Einzelerzeugung ändert sich der Grad der Mechanisierung der Organisation, und man ist in stärkerem Maß auf Erfahrung und Übersicht des Meisters angewiesen. Der Unterschied der Art der Fertigung läßt sich eben nicht nur unter dem Gesichtspunkt der verringerten Stückzahl oder der Dauer des einzelnen Werkstättenauftrages beurteilen; auch die Regelmäßigkeit der Handlungen und die Gleichmäßigkeit des Werkstoffes sowie die Mannigfaltigkeit der auszuführenden Handlungen ändern sich. Der erste Einfluß erschwert die Vorausbestimmung, die bei größeren Stückzahlen wirtschaftlich ist, und räumt dem Meister einen weiteren Spielraum ein. Der zweite Einfluß belastet die für Reihenfertigung wirtschaftliche Vorbereitung. Die Schwierigkeit der Aufgabe wächst jedenfalls beim Übergang der Einzelerzeugung, und der Meister, der das Bindeglied zwischen Arbeitsbureau und Belegschaft ist, tritt um so mehr in den Vordergrund, als die Mechanisierung der Organisation gelockert werden muß.

Mit diesen Bemerkungen soll jedoch die Anerkennung des Buches nicht beschränkt werden. Es enthält auch für den Betriebsleiter der Einzelfertigung viele anregende Gedanken, auch wenn er nicht den Standpunkt des anscheinend stark durch amerikanische Literatur beeinflußten Verfassers teilt. Auf diese weisen wohl auch die dem Buch vorangestellte Ansicht der Fordwerke und das englische Sachverzeichnis am Ende des Buches hin.

Die rd. 120 Abbildungen von Vordrucken und organisationstechnischen Einrichtungen sind fast ausnahmslos gut. Die Ausstattung ist geschmackvoll. [E 738] Hans Goerlitz.

Kälteprozesse, dargestellt mit Hilfe der Entropietafel. Von P. Ostertag. Berlin 1924, Julius Springer. 118 S. 8° mit 58 Abb. und 3 Diagrammtaf. Preis geb. Gm. 6.80.

Das Buch ist eine erweiterte Auflage der 1913 erschienenen „Berechnung der Kältemaschinen auf Grund der Entropiediagramme". Von den verschiedenen Darstellungsmöglichkeiten gibt der Verfasser dem Temperatur-Entropie-Diagramm den Vorzug, „weil sich diese Darstellungsart unmittelbar aus den thermodynamischen Grundlagen ableiten läßt" und besonders für Anfänger geeignet scheint. Für den praktischen Gebrauch ist jedoch die Wahl des Wärmeinhalts für eine der Koordinaten empfehlenswerter, und es wäre für spätere Auflagen erwünscht, wenn auch solche Diagramme in einer Schrift über Kälteprozesse nicht fehlen würden. Dies gilt um so mehr, als die Schrift nicht nur von Anfängern, sondern auch von Fachleuten mit großem Nutzen studiert werden kann.

Besondere Beachtung verdient der Abschnitt über die verschiedenen Schaltmöglichkeiten mehrstufiger Kaltdampfmaschinen, die jetzt in erhöhtem Maße verwendet werden. Neu aufgenommen ist ferner ein Abschnitt über den Wärmedurchgang, wobei auch von den neueren Forschungsergebnissen auf diesem Gebiet Gebrauch gemacht wurde. Eine starke Unsicherheit bleibt allerdings in den Berechnungen bestehen, da wichtige physikalische Konstanten, wie Zähigkeit und Wärmeleitfähigkeit, für die üblichen Kälteträger noch nicht ermittelt sind und sich daher nur auf die Wärmeübergangzahlen von Wasser und Wa[illegible] dampf stützen kann. So berechnet der Verfasser auf S. 88 den Wä[illegible] durchgang bei Ammoniak-Doppelrohrkondensatoren mit 15 500 kcal/m[illegible] der Stunde (infolge eines Druckfehlers steht im Buch 1550), während [illegible] bei Versuchen an solchen Kondensatoren praktisch nur 4000 bis höchs[illegible] 6000 kcal/m² ermittelt hat.

Die Sprache ist überall flüssig und leicht verständlich, Druck [illegible] Ausstattung sind ausgezeichnet. [E 776] R. Plan[illegible]

Theoretische Telegraphie. Eine Anwendung der Maxwellschen Ele[illegible] dynamik auf Vorgänge in Leitungen und Schaltungen. Von F[illegible] Breisig. 2. Aufl. 548 S. mit 240 Abb. Braunschweig 1924, Fri[illegible] Vieweg & Sohn. Preis geh. Gm. 24, geb. Gm. 28.

Das Erscheinen der zweiten, ziemlich stark erweiterten Auflage [illegible] dem bekannten Lehrbuch der theoretischen Telegraphie von Br[illegible] kommt einem großen Bedürfnis entgegen, da die erste Auflage be[illegible] im Jahre 1910 erschienen war und wohl kein Zweig der Technik [illegible] den letzten Jahren solche Fortschritte zu verzeichnen hatte wie ge[illegible] die Fernmeldetechnik. Trotzdem hat sich in der theoretischen Beh[illegible] lung der Vorgänge in Leitungen und Schaltungen nach den Maxwells[illegible] Gesetzen, den beiden Feldgleichungen der Elektrodynamik, grunds[illegible] lich nichts geändert, vielmehr wurde nur ihre Richtigkeit durch die weiterte Anwendung auf die neueren schwierigen Aufgaben der Fortpl[illegible] zung elektrischer Wellen auf Leitungen bestätigt, deren theoreti[illegible] Ergründung die große Entwicklung der heutigen Fernmeldetechnik [illegible] Voraussetzung hatte. Die Erweiterungen des Buches erstrecken sich [illegible] wesentlichen auf die Erforschung des Wellencharakters der Leitun[illegible] wovon im einzelnen nur das Folgende angeführt sei.

Bei der Behandlung der quasistationären Felder ist ein neuer [illegible] schnitt für die Berechnung veränderlicher Vorgänge eingeführt, w[illegible] das bisher wenig beachtete Rechnungsverfahren von Heaviside [illegible] sprunghaft sich ändernde Vorgänge, z. B. Einschwingen von si[illegible] förmigen Wechselströmen auf Leitungen, gekoppelte Schwingungskr[illegible] unter Anwendung der komplexen Integration dargelegt wird. Aus [illegible] Kapitel der andauernden elektrischen Schwingungen seien nur die [illegible] weiterungen in den Meßverfahren für schwache Wechselströme, [illegible] Theorie des Telephons mit neueren Untersuchungen von Poincaré [illegible] Kennelly und die heute brennende Frage der elektrischen Störungen [illegible] Schwachstromleitungen durch Starkstromleitungen erwähnt.

In der eigentlichen Leitungstheorie sind die Kapitel über die F[illegible] pflanzung elektrischer Wellen auf Leitungen, entsprechend den neue[illegible] Fortschritten in der telephonischen Überbrückung großer Entfernun[illegible] durch Kabel und unter Zwischenschaltung von Verstärkern wesent[illegible] erweitert worden durch die Theorie der Wellenausbreitung, der [illegible] zerrung der Wellenform, der Reflexionen an Stoßstellen und der [illegible] passung von Apparaten an Wechselstromleitungen. In einem beson[illegible] Abschnitt sind die Wagnerschen Kettenleiter mit Anwendung auf [illegible] wirklichen pupinisierten Leitungen behandelt, und daran anschließend [illegible] als neues Element in der Fernsprechtechnik die Elektronenröhre [illegible] einer Herleitung des Raumladungseffektes und der Theorie des [illegible] stärkers als besonderes Leitungselement eingefügt. Hinsichtlich [illegible] Fernkabelbaues ist die Theorie der Inhomogenität in Spulenleitun[illegible] des Nebensprechens und der Leitungsnachbildung neu aufgenomm[illegible] Mit Rücksicht auf die Erhöhung der Telegraphiergeschwindigkeit [illegible] Telegraphenkabeln ist die theoretische Behandlung der Vorgänge [illegible] Stromverlauf (Thomsonkurve) mit Anwendung auf betriebmäßige Sc[illegible] tungen weiter ausgedehnt worden.

Der Abschnitt über Ausbreitung elektromagnetischer Energie [illegible] letzten Teil des Buches hat sich bezüglich der Anwendung der Maxw[illegible] schen Theorie auf die elektrischen Wellen im Raume nur unwesent[illegible] geändert, während der Abschnitt über elektrische Wellen im Felde [illegible] streckter Leiter erweitert worden ist durch die neue Behandlung [illegible] Einleiterkabels mit allseitiger Rückleitung und der Anwendung [illegible] Seekabel und durch ein Kapitel über Erhöhung des Widerstandes [illegible] Drähten bei Hochfrequenz. Im Anhang sind kurz die Grundlagen [illegible] Rechnungen mit Funktionen komplexer Integrale, mit Hilfe deren [illegible] Integrationen bei physikalischen Aufgaben wesentlich einfacher [illegible] lassen, und eine Tafel für die elektrischen Eigenschaften von Leitun[illegible] ergänzend beigefügt worden.

Diese Angaben über die Erweiterungen der neuen Auflage [illegible] Breisigschen Lehrbuches erheben keinerlei Anspruch auf Vollständigk[illegible] dürften jedoch genügen, um die Reichhaltigkeit und Ergänzung auf [illegible] neuesten Stand der Fernmeldetechnik demjenigen zu kennzeichnen, [illegible] als Studierender oder in der Praxis stehend sich in die theoretisc[illegible] Grundlagen der modernen Telegraphie und Telephonie einarbeiten [illegible] Für den Sonderfachmann bieten die Quellenangaben am Ende des Buc[illegible] wertvolle Anhaltspunkte. Möge das Buch auch fernerhin durch [illegible] gründliche Erfassung der verschiedenen Probleme der Fernmeldetech[illegible] befruchtend auf ihre Weiterentwicklung einwirken.

[E 707] Stüble[illegible]

Die Fernsprechanlagen mit Wählerbetrieb. (Automatische Telephon[illegible] Von Dr. Lubberger. 2. Auflage. München und Berlin 1924, [illegible] Oldenbourg. VIII. 200 S. m. 120 Abb. Preis geh. Gm. 7.50, geb. Gm[illegible]

Da sich das selbsttätige Fernsprechwesen infolge seiner allgem[illegible] anerkannten großen wirtschaftlichen und technischen Vorzüge gegenü[illegible] dem Handbetrieb endgültig durchgesetzt hat und jetzt allgemein [illegible]

ihrung gelangt, so hat dieses Gebiet infolge seines großen Ein-
es auf das öffentliche Leben eine erhöhte Bedeutung erhalten.
rdem sind die Selbstwähler als eines der Hauptanwendungsgebiete
einmechanischen Industrie für diese Technik von außerordentlicher
tigkeit. Das Neuerscheinen des Buches ist daher zu begrüßen.
Die 2. Auflage ist etwas umgearbeitet, wodurch der Wert gestiegen
Leider ist mitunter die Fassung etwas kurz geraten. Die historische
icklung mit den vielen angegebenen, größtenteils nur theoretischen
ten ist gestrichen, dafür ist die Wirtschaftlichkeit neu behandelt, die
auf diesem Gebiet von ausschlaggebender Bedeutung ist; denn die
chaftlichkeit selbst soll auch in diesem Zweig der Fernmeldetechnik
alle Maßnahmen entscheiden. Weiter ist die Aufstellung der zu
enden Bedingungen bei allen vorkommenden Aufgaben behandelt
n.

Das Buch behandelt alle Gebiete des selbsttätigen Fernsprechwesens
besteht aus folgenden Abschnitten: 1. Allgemeine Grundbegriffe, wo
rundlagen, Nummernwahl, Steuern, freie Wahl usw. erläutert wer-
2. Gruppenbildung der Teilnehmer und der Wähler, Einführung der
ehrsgrößen, Begriff des Wirkungsgrades derartiger Anlagen. 3. Bau
Nummernschalter und der Wähler. 4. Betriebströme und -span-
n. 5. Elementare Schaltungslehre. Nummernwahl, Vorwärts- und
wärtswahl, Aufstellung von Bedingungen für verschiedene Schal-
vorgänge, Behandlung der verschiedenen Auslösungen. 6. Zählung
Berücksichtigung der verschiedenen Tarifsysteme der Zeitzonen-
ng und der Münzautomaten. 7. Berechnung der Wählerzahlen,
elleistung. 8. Die besonderen Bedingungen in den verschiedenen
erstufen. 9. Fernbetrieb und Vorortverkehr in den einzelnen Län-
10. Unterteilung der Anlagen, Unterämter großer Anlagen, neu-
he Überbrückungsschaltungen. 11. Wähler in Handbetrieb- und
leranlagen sowie Verbindungsverkehr zwischen Hand- und Wähler-
n; Gruppenstellen. 12. Die verschiedenen Arten des Spitzenver-
13. Anlagen mit verschiedenen Berechtigungen, das sind Neben-
-, Linienwähler- und Reihenschaltanlagen. 14. Schaltungsaufbau
Berücksichtigung der verschiedenen dieser Technik eigenartigen
einungen, z. B. Kondensatoren- und Spulenentladungen, Funken-
ng und Kontaktprellung. 15. Anhang, enthaltend ausführliche Be-
bung des neuen Systems der Firma Siemens & Halske A.-G.

as Buch ist durch die Wahl eines neuen Formats handlicher ge-
n; die Anordnung der Schaltungen und Bilder in einem beigefügten
n Heft, die sich schon in der ersten Auflage sehr bewährt hat, ist
alten. Die Darstellung ist gut und selbst bei den im selbsttätigen
rechwesen äußerst verwickelten Schaltungen leicht verständlich,
3 es nicht nur für den jungen technischen Nachwuchs sicherlich
wertvoll ist, sondern auch für den alten Praktiker als Nachschlage-
gern und mit Vorteil benutzt werden wird, zumal die Literatur
iesen Zweig der Fernmeldetechnik in Deutschland recht klein ist.

n allgemeinen ist noch zu bemerken, daß noch einige Unstimmig-
vorkommen, die bei der nächsten Auflage richtiggestellt werden
. So z. B. sind die Abbildungen 59 und 60 vertauscht, und das am
des Buches stehende Literaturverzeichnis ist wohl nicht voll-
; denn die in dem Buch angegebenen Literaturhinweise sind dort
u finden. Weiter ist aus der 1. Auflage die Angabe über die
ge Batterieschwankung in derartigen Anlagen von ± 10 vH über-
n worden. Diese Schwankungen sind aber wohl nur bei einfachen
n zulässig; bei großen Anlagen mit mehreren Ämtern, mit großen
tellen und selbsttätigem Fernverkehr sind beim Zusammenarbeiten
elen verschiedenen Einrichtungen und Ämter möglichst geringe
eschwankungen anzustreben, weil alle Einrichtungen mit einer ge-
Sicherheit für eine normale Spannung bestimmt sind. Weicht
e Batteriespannung nach irgendeiner Seite ab, so geht das natur-
auf Kosten der Sicherheit. Um nun diese Sicherheit, die schon
re Zwecke, z. B. Toleranzen in den Wählern und Relais, Leitungs-
e usw., gebraucht wird, nicht schon durch die Batterieschwankung
aufzubrauchen, sollte man in größeren Anlagen nicht mehr als
Spannungsschwankung zulassen. Bei den Abbildungen würde es
ır empfehlen, den Maßstab anzugeben, damit ein richtiger Begriff
r Größenordnung der Apparate gegeben wird. [E 659]

au, Lehrbuch der Physik. (Vom Verfasser aus dem Italienischen
ragen.) Zweiter Band: Optik, Elektrizitätslehre. Leipzig 1924,
n Ambrosius Barth. 935 S. m. 554 Abb. Preis geb. Gm. 32.

r zweite Band, der das Werk abschließt, zeigt die Vorteile und
le der Darstellung, auf die in der Besprechung des ersten Bandes[1])
esen war. Der Verfasser bietet wenig Eigenes in Gestaltung und
ung des Stoffes, bleibt vielmehr ganz im gewohnten Gleise.
beim Aufschlagen und Durchblättern machen die altbekannten
ngen den Eindruck, als ob der Verleger aus Sparsamkeit vor-
eben hätte, bereits vorhandene Druckstöcke zu verwenden. Natür-
im Sinne der Lehrweise in der Physik, die an den deutschen
ulen hergebracht ist, auch in diesem Bande die Anwendung der
imalrechnung durchaus vermieden. Im übrigen ist anzuerkennen,
n den gewählten Grundlinien aus der reiche Stoff vollständig
ten wird und die Form der Darstellung sorgfältige Arbeit zeigt.
ersten 265 Seiten sind der Optik gewidmet, wobei Strahlen-
nd Wellenoptik gleichmäßig zu ihrem Rechte kommen, und der
ltene Fehler vermieden wird, die Strahlenoptik gegenüber der
ptik hintanzusetzen. In der Elektrizitätslehre dienen zunächst
0 Seiten zur Darstellung der Grundgesetze. Dann werden in
urzen Kapitel die Anwendungen in der Elektrotechnik (Strom-
erzeuger, Motoren, Transformatoren) geschildert, und der Schluß gehört
den elektrischen Schwingungen, der elektromagnetischen Lichttheorie
sowie der Darstellung der elektrischen Korpuskulartheorie mit den zu-
gehörigen Strahlungen, einschließlich Radioaktivität.

Der Verfasser hat am Ende seiner Arbeit wohl selbst das Gefühl
gehabt, daß er die moderne Atomtheorie und die Quantentheorie, die in
so manche Gebiete der physikalischen Erscheinungen neues Licht ge-
bracht haben, sowie die Grundgedanken der Relativitätstheorie eigent-
lich in den alten Stoff hätte organisch eingliedern müssen. So hat er
als Ersatz einen letzten Abschnitt angefügt, in dem er über diese Ge-
biete berichtet. [E 826] G. Prange.

[1] . Bd. 67 (1923) S. 428.

Theorie und Berechnung der eisernen Brücken. Von Dr.-Ing. Friedrich Bleich. 581 S. m. 486 Abb. Berlin 1924, Julius Springer. Preis geb. Gm. 37,50.

„Das vorliegende Buch, das die Kenntnis der baulichen Gestaltung der eisernen Brücken voraussetzt, wird seinen doppelten Zweck erfüllen können, einerseits ein vertieftes Studium der Berechnungsmethoden der eisernen Brücken zu ermöglichen, anderseits dem schaffenden Ingenieur als Hilfsmittel beim Entwerfen, als Handbuch zu dienen," heißt es im Vorwort. Um es gleich vorweg zu nehmen: diesen doppelten Zweck zu erfüllen, erscheint das Buch in hervorragendem Maße geeignet. Wir haben zudem kein Buch, das die zurzeit vorhandenen, wissenschaftlich anerkannten Methoden der Berechnung eiserner Brücken so vollständig und übersichtlich darstellt, die ihre Grundlagen bildenden Ergebnisse der Theorie und Erfahrung so klar und gründlich behandelt und kritisch durchleuchtet wie das Bleichsche Werk. Die Übersichtlichkeit und Brauchbarkeit des Buches gewinnt besonders dadurch, daß die bauliche Gestaltung der Brücken sowie die Herleitung des grundlegenden Rüstzeuges der Statik und Festigkeitslehre von dem hier behandelten Stoffe losgelöst worden ist und der Leser hinsichtlich dieser Gebiete auf die vorhandenen ausgezeichneten Werke hingewiesen wird.

Der reiche Inhalt des Buches, der 581 Seiten füllt und in 8 Abschnitte eingeteilt ist, kann hier nur kurz angedeutet werden.

Vorangestellt ist eine sehr lesens- und beachtenswerte Einleitung über die statische Berechnung eiserner Brücken. Der erste Abschnitt über „die angreifenden Kräfte" behandelt die bleibenden Lasten, die Verkehrslast, Schnee- und Winddruck, Flieh- und Bremskräfte, Seitenpressungen der Lokomotiven, Einfluß der Wärmeschwankungen und die dynamischen Wirkungen der Verkehrslasten. Die Ausführungen über die Verkehrslasten bringen u. a. eine willkommene Übersicht über die wichtigsten in- und ausländischen Vorschriften für Eisenbahn- und Straßenbrücken. Besonders eingehend werden die dynamischen Wirkungen erörtert, mit dem Ziel, einen Weg zur ziffernmäßigen Ermittlung der Vermehrung der unter Annahme ruhender Belastung errechneten Spannungswerte zu zeigen und Unterlagen für eine kritische Beleuchtung der gebräuchlichen Stoßziffern zu gewinnen, wobei die Ermittlung der Eigenschwingungen eines Fachwerkes an zwei Beispielen durchgeführt wird.

Der zweite Abschnitt ist den Grundlagen für die Bemessung eiserner Brücken — den Festigkeitseigenschaften, ferner dem Sicherheitsgrad und der zulässigen Beanspruchung — gewidmet, wiederum ergänzt durch eine Reihe von Vorschriften des In- und Auslandes über die zulässige Beanspruchung, die allgemeine Geltung haben oder für einzelne Bauwerke besonders aufgestellt worden sind. Der Abschnitt über die Knicksicherheit der gedrückten Glieder bildet einen besonders hervorstechenden Teil des Buches. Hier sind die gebräuchlichen Knickformeln zusammengetragen, theoretisch begründet und einer eingehenden Würdigung unterzogen. Weiter bringt hier der Verfasser eigene theoretische Untersuchungen des Problems der Knickfestigkeit gerader Stäbe. Sehr wertvolle Ausführungen enthält auch der vierte Abschnitt über die örtlichen Anstrengungen in den Bauteilen eiserner Brücken, der Zug, Druck, Biegung und Verdrehung sowie die Niet- und Schraubenverbindungen eingehend behandelt. Die weiteren vier Abschnitte sind der eigentlichen Berechnung der Brücken gewidmet, und zwar in der zweckmäßigen Reihenfolge zunächst die Fahrbahntafel — die Fahrbahn mit einer Theorie der Lastverteilung und der Fahrbahnrost —, weiter die Hauptträger — Allgemeines; vollwandige, fachwerkartige und rahmenartige Träger, ferner die Wind- und Querverbände der eisernen Brücken, schließlich die Lager und Gelenke eiserner Brücken.

Die gebräuchliche Einteilung der Tragwerke nach der statischen Wirkungsweise in Balken-, Bogen- und Hängebrücken ist wegen des Ineinandergreifens der einzelnen Arten mit Recht verlassen worden. Sehr willkommen werden die bei den meisten Berechnungen angegebenen Näherungsverfahren sein sowie die Hinweise, in welchen Fällen und unter welchen Voraussetzungen die einzelnen Systeme zweckmäßig und wirtschaftlich sind. Durchaus zustimmen müssen wird man der Klage des Verfassers über die Unzulänglichkeit der vorliegenden Ergebnisse der bisherigen Versuchsforschung. Es ist unzweifelhaft ein besonderer Vorzug des Buches, daß bei allen Fragen auf diese offene Wunde hingewiesen und deutlich gekennzeichnet wird, wo es fehlt und welche Wege beschritten werden sollten. Für den praktischen Gebrauch des Buches sind noch besonders hervorzuheben die Zusammenstellung der wichtigsten Formeln und Zahlenwerte an passender, leicht auffindbarer Stelle, die klaren Zeichnungen und die zahlreichen Berechnungsbeispiele. Die Ausstattung des Buches, namentlich auch hinsichtlich der Wiedergabe der Zeichnungen, durch den Verlag Julius Springer, Berlin, ist mustergültig. [E 833] Bu.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Neue Wege der Energiewirtschaft.

In Heft Nr. 8 dieser Zeitschrift vom 23. Februar 1924 bespricht Dr. Löffler u. a. die neuartige Dampfturbine der Ersten Brünner Maschinenfabriks-Gesellschaft, wobei er über die erreichten Wirkungsgrade folgendes sagt:

„Abb. 14 veranschaulicht den Verlauf des dynamischen Wirkungsgrades einer solchen Hochdruckdampfturbine für nur etwa 15 at Anfangsspannung. Er wechselt bei ¼ bis Vollbelastung zwischen 70 und 82 vH gegenüber dem Höchstwirkungsgrade der bisherigen Gegendruckturbinen von etwa 70 vH."

Was unter dynamischem Wirkungsgrad zu verstehen ist, wurde nicht gesagt, wodurch die irrtümliche Auffassung entstehen könnte, es handle sich um den effektiven thermodynamischen Wirkungsgrad (Gütegrad), bezogen auf den Dampfzustand vor dem Hauptventil und Leistung an der Kupplung.

Aus den Versuchen von Prof. E. Josse und A. Stodola an einer derartigen Turbine der Nestomitzer Zuckerraffinerie, über deren Ergebnis in Heft 52 dieser Zeitschrift vom 29. Dezember 1923 berichtet wird, geht hervor, daß sich die obengenannten Wirkungsgrade auf den Zustand hinter dem Hauptventil, also auf den bei Teillast gedrosselten Dampf, beziehen, während sie, auf den Anfangszustand bezogen, weit ungünstiger sind und folgende Werte ergaben: für Vollast 81,2, Halblast 63,3 bzw. 65,5 vH. Durch Extrapolation ergibt sich hieraus für ¼ Last ein Wert von etwa 52,5 vH.

Der für die Wirtschaftlichkeit des Betriebes maßgebende Dampfverbrauch ist aus letzteren Zahlen zu berechnen. Der starke Abfall des Wirkungsgrades bei Teilbelastung erscheint zum großen Teil als Folge der bei diesen Turbinen angewandten Drosselregelung, die eine schädliche Entropievergrößerung mit sich bringt. Auf den Zustand hinter dem Hauptventil bezogen, kommt das naturgemäß nicht zum Ausdruck.

Mit Rücksicht auf eine richtige Einschätzung der neuartigen Bauart scheint es geraten, auf diesen Umstand besonders aufmerksam zu machen, zumal Flugblätter über diese Turbinen ähnliche hohe Werte nennen, ja sogar von einer nahezu wagerechten Wirkungsgradkurve sprechen.

Maschinenbau-Aktiengesellschaft
vormals Breitfeld, Daněk & Co.

Herr Dr. Löffler schreibt S. 166, „die Dampfturbine der Ersten Brünner M.-G. habe den Beweis erbracht, daß man hohe Dampfspannungen nur bei niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten wirksam ausnutzen könne und daß zur Erzielung eines hohen Wirkungsgrades nur eine mäßige Umsetzung von Druck- in Strömungsenergie im Hochdruckteil, besonders für die ersten Laufräder zweckmäßig sei". In Wirklichkeit hat die Dampfturbine der Ersten Brünner diesen Beweis nicht erbracht; sie hat vielmehr nur erwiesen, daß man bei niedrigem Anfangsdruck (rd. 13 at Überdruck) und niedrigen Dampfgeschwindigkeiten einen hohen Wirkungsgrad (rd. 81,5 vH) erreichen kann. Sie hat jedoch nicht bewiesen, daß man auch hohe Dampfspannungen mit hohem Wirkungsgrad ausnützen könne, insbesondere, daß dies nur bei niedrigen Dampfgeschwindigkeiten der Fall sei, und schließlich, daß nur eine niedrige Dampfgeschwindigkeit für den H.-D.-Teil einer Turbine zur Erzielung eines hohen Wirkungsgrades zweckmäßig sei. Es ist doch bisher nicht erwiesen, daß man die von der Ersten-Brünner-Dampfturbine erreichten Wirkungsgrade nicht auch bei hohen Dampfgeschwindigkeiten erreichen könne.

In Abb. 10 S. 166 zeigt der Verfasser Wirkungsgradkurven von Dampfturbinen in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit. Diese Kurven, bei denen der Maßstab für n weggelassen ist, sind durchaus willkürlich. Wenn auch die Dampfgeschwindigkeit den Wirkungsgrad beeinflußt, so wird doch dieser Einfluß durch andere Faktoren, z. B. Formgebung und Bearbeitung von Düsen und Schaufeln, Größe des Wertes u/c, Dichtheit der Labyrinthe u. a., bei weitem überwogen. Man kann bei einer und derselben Dampfgeschwindigkeit die verschiedensten Werte für n erhalten, je nachdem, wie die übrigen Verhältnisse gewählt werden. Auch die, allerdings nicht ausgesprochene Ansicht, die beiden n-Kurven seien die höchsterreichbaren, ist unhaltbar; es ist mir nicht bekannt, daß von der gestrichelt gezogenen Kurve, die angeblich früheren theoretischen Überlegungen entsprechen soll, eine derartige Ansicht ausgesprochen worden ist.

Auch die Abb. 12 und 13, deren Unterschriften wohl vertauscht sind, sind willkürlich und unbewiesen. Es fehlt der Beweis, daß sich bei der Ersten-Brünner-Turbine der Wirkungsgrad mit steigendem Dampfdruck kaum ändert, während er bei den älteren Turbinen stark abfällt. Auch hier wird die Kritik durch das Fehlen der Maßstäbe erschwert.

Die Ansicht des Verfassers, daß der Wirkungsgrad von Turbinen, deren erste Stufe als Curtis-Stufe ausgebildet ist, bei Teillasten verhältnismäßig schlecht sei, ist irrig. In einer Veröffentlichung[1]) habe ich auf Grund von Rechnungen und Versuchen bewiesen, daß die Zunahme des Dampfverbrauchs bei Teillasten unabhängig von der Gestaltung des H.-D.-Teils ist, wenn es sich um Drosselregelung handelt. Nach den Versuchen von Stodola und Josse nahm bei der Nestomitzer Turbine der Dampfverbrauch um mehr als 25 vH zu, während bei den mit Curtis-H.-D.-Teil und Düsenregelung versehenen Turbinen diese Zunahme nur verschwindend klein zu sein braucht. Würde man bei der Nestomitzer Turbine das erste Gehäuse durch eine gute Curtis-Stufe mit Düsenregelung ersetzen, so würde man bei voller Belastung rd. denselben, bei Halblast aber einen wesentlich besseren Dampfverbrauch erreichen.

Dr.-Ing. Georg Forner.

[1]) Der Einfluß der rückgewinnbaren Verlustwärme. Berlin 1922, Julius Springer.

Auf die vorstehenden Zuschriften will ich zusammenfassend kurz erwidern:

Meine Abhandlung gibt den Inhalt eines Vortrags wieder, worin in gedrängter Form eine Übersicht über die Entwicklung der Energiewirtschaft auf verschiedenen Gebieten gegeben werden sollte. Es war nicht beabsichtigt, auf Einzelheiten der behandelten Fachgebiete näher einzugehen und etwa längere rechnerische Begründungen für die besprochenen Konstruktionen und Arbeitsverfahren zu geben. Hierdurch ist an einzelnen Stellen eine vielleicht zu knappe Darstellung entstanden, doch kann der Fachmann gewiß überall ohne Schwierigkeit das Richtige erkennen.

Aus der Unterschrift zur Abb. 14 meines Aufsatzes ist zu ersehen, daß mit dem „dynamischen Wirkungsgrad", von dem im Text gesprochen wird, der thermodynamische Wirkungsgrad gemeint ist. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß es sich hierbei nur um den effektiven thermodynamischen Wirkungsgrad und um Folgerungen aus Versuchen handeln kann, die Josse und Stodola an der von der Ersten Brünner Maschinenfabrik für die Zuckerfabrik Nestomitz gebauten Turbine durchgeführt und worüber sie kurz vor meinem Vortrag in der Zeitschrift berichtet hatten. Die von der Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Breitfeld, Daněk & Co. in ihrer Zuschrift genannten Werte des thermodynamischen Wirkungsgrades, bezogen auf den Dampfzustand vor dem Hauptabsperrventil, treffen für die Nestomitzer Turbine tatsächlich zu. Die unter Nr. 33 der Zahlentafel 2 angeführten Werte für den Gütegrad gestatten aber sehr wohl einen Schluß auf die Größe des effektiven thermodynamischen Wirkungsgrades bei den Brünner Turbinen, die mit hochwertiger Düsenschaltregelung ausgerüstet sind, während die Nestomitzer Turbine aus bestimmten Gründen eine Drosselregelung hat, die besonders bei Teillasten schlechtere Wirkungsgrade ergibt. Der in meiner Veröffentlichung genannte Wirkungsgrad bezieht sich auf eine Brünner Turbine mit einer hochwertigen Regelung, nicht mit neuer Drosselregelung. Meine Ausführungen waren allgemein gedacht und sollten nicht nur für die Nestomitzer Turbine gelten, bei der eine minderwertige Drosselregelung verwendet war.

Wie mir die Erste Brünner Maschinenfabrik mitgeteilt hat, soll durch eine neuartige Regelung ihrer Turbinen ein von der Belastung nahezu unabhängiger Wirkungsgrad erzielt werden, so daß der Wirkungsgrad auch bei kleiner Belastung von dem bei hoher Belastung nur wenig verschieden ist. Hierüber wird die Fabrik in kurzem Näheres berichten.

Die angeführten hohen Wirkungsgrade hat man bisher nur bei den niedrigen Strömgeschwindigkeiten erreicht, die bei den neuen Brünner Turbinen angewendet werden. Ob man auch bei hohen Strömgeschwindigkeiten ähnlich hohe Wirkungsgrade erreichen kann, müßte erst durch praktische Versuche bewiesen werden.. Ich verweise hierzu auf die Ausführungen im Aufsatz Josse-Stodola im Sonderheft „Hochdruckdampf" S. 94 sowie auf die von Noack auf S. 89 und 90 dieses Sonderheftes.

In Abb. 12 und 13 meines Aufsatzes ist der Maßstab mit Bedacht weggelassen, da ich lediglich den Verlauf von Betriebsgrößen älterer Dampfturbinen im Vergleich mit den neuen Brünner Turbinen darzustellen beabsichtigte. Die von Dr.-Ing. Forner genannten Einflüsse auf den Wirkungsgrad sind in der Hauptsache von der Konstruktion und der Werkstattausführung abhängig und daher für Fragen der Theorie der Dampfströmung ohne Bedeutung.

Es ist nicht zulässig, die bei Teillasten erreichten Wirkungsgrade der Nestomitzer Turbine, die, wie erwähnt, aus besonderen Gründen mit Drosselregelung gearbeitet hat, mit den Wirkungsgraden einer Curtisturbine zu vergleichen, die mit einer hochwertigen Düsenregelung arbeitet. Bei gleichwertiger Regelung ist es nach den bisherigen Erfahrungen nicht möglich, ähnlich gute Wirkungsgrade durch Vorschaltung von Curtisrädern zu erreichen.

Daß man mit Curtisrädern und mit hohen Strömgeschwindigkeiten ähnlich gute Wirkungsgrade wie mit den neuen Brünner Turbinen erzielen kann, ist vorläufig eben nur eine Behauptung, wofür noch der praktische Beweis fehlt. Dem praktischen Nachweis für die behaupteten Vorzüge der Curtisräder an einer ausgeführten Turbine sehe ich mit großem Interesse entgegen. [D 748] St. Löffler.

Schluß des Textteiles.

Für die Schriftleitung verantwortlich: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7, Sommerstr. 4a. — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

R. 49 | SONNABEND, 6. DEZEMBER 1924 | BD. 68

INHALT:

Der Neubau des Königsberger Handels- und Industriehafens.

Von Stadtbaurat Dr.-Ing. eh. Kutschke, Königsberg.

Die politische und wirtschaftliche Notwendigkeit zum Bau des neuen Hafens. Bauentwurf. Beschreibung des geuen Hafengeländes mit dem Freihafen und den Lagerhallen sowie der dazugehörigen Maschinenanlage. Der Industriehafen mit den Getreidespeichern. Pläne für den weiteren Ausbau

Die Getreidespeicher am Hafenbecken IV.

Einleitung.

Die Notwendigkeit zur Schaffung leistungsfähiger Hafenanlagen in Königsberg ergab sich bereits bei dem Ausbau des Königsberger Seekanals, der im Jahre 1901 dem Ver-übergeben wurde[1]). Bis dahin bildete das Frische Haff, das eine verhältnismäßig geringe Wassertiefe hat und in dem Fahrrinne mit einer Tiefe von etwa 4 m durch ständige -erung aufrecht erhalten wurde, die seewärtige Verbindung gsbergs. Für größere Wasserfahrzeuge war die Haffrinne genügend, und so mußten alle größeren Dampfer und r in Pillau leichtern. Durch diese kostspielige und zeit-ende Notwendigkeit war der Handelsverkehr Königsbergs rordentlich belastet und erschwert. Da nach Inbetriebnahme ½ m tiefen Seekanals größere Schiffe ohne Umladung nach gsberg gelangen konnten, mußte Vorsorge getroffen werden, daß diese Fahrzeuge auch innerhalb des Königsberger Hafens die notwendige Wassertiefe und auch die zur schnellen Löschung und Ladung erforderlichen Einrichtungen vorfanden.

Man war sich schon damals darüber klar, daß ein Ausbau des Innenhafens, also eine Verbesserung der Anlagen am Pregellauf selbst, nur einen Notbehelf darstellen würde. Wirklich zeitgemäß konnten die Hafenverhältnisse nur durch eine Neuanlage außerhalb des alten Stadtkerns umgestaltet werden. Infolge der Befestigung der inneren Stadt und der damit zusammenhängenden Rayonbeschränkungen, die erst nach 1910 auf Grund des Entfestigungsvertrages beseitigt werden konnten, war jedoch die Durchführung eines großzügigen Planes, mit dem die Stadt sich bereits damals trug, noch nicht möglich. Man mußte sich daher zunächst darauf beschränken, den Pregel auf 6½ m Wassertiefe zu bringen. Dieser Ausbau des Innenhafens wurde Anfang dieses Jahrhunderts beendet.

[1]) Z. Bd. 45 (1901) S. 1. 725, s. a. Zentralbl. d. Bauverw. v. 16. Nov. 1901.

Abb. 1. Übersichtsplan zum Neubau des Handels- und Industriehafens in Königsberg.

Nachdem durch den Erwerb der inneren Stadtumwallung seitens der Stadtgemeinde die Voraussetzungen für die Beseitigung der Festungsanlagen gegeben waren, und die Stadt den ehemaligen fiskalischen Kaibahnhof am Südufer des Pregels erworben hatte, wurde der Gedanke, unterhalb Königsbergs auf einem völlig unbebauten Wiesengelände in 220 ha Ausdehnung einen neuen Seehafen zu erbauen, sofort wieder aufgenommen. Im Frühjahr 1915 unternahm die städtische Hafendeputation Studienreisen nach allen wichtigen deutschen und verschiedenen ausländischen Häfen, an denen sich auch Vertreter des Handels und der Eisenbahnverwaltung beteiligten. Das Ergebnis dieser Besichtigungsreisen war der allgemeine Entwurf des Verfassers für einen neuen Handels- und Industriehafen in Königsberg, dem die städtischen Körperschaften im Sommer 1915 zustimmten. Die Kosten für die Ausführung des ersten Teilausbaues waren mit rd. 21 Mill. ℳ veranschlagt.

Bauentwurf.

Der Ausführungsentwurf sah fünf Hafenbecken vor, und zwar sollte das der Stadt am nächsten gelegene Hafenbecken I dem Stadtumschlag dienen. Die Becken II und III waren als Freibezirk in Aussicht genommen. Das Becken IV sollte besonders für die Errichtung größerer Getreidespeicher hergerichtet werden, da mit dem Fortfall der alten Holzschuppen des ehemaligen Kaibahnhofs, der für die Zwangseinlagerung des von Rußland kommenden Getreides benutzt wurde, neuzeitliche und leistungsfähigere Ersatzbauten für den in Königsberg vorherrschenden Getreideumschlag geschaffen werden sollten. Soweit das Hafenbecken IV für diesen Zweck und für örtlichen Umschlag nicht gebraucht wurde, sollte es, ebenso wie das Hafenbecken V, für die Ansiedlung von Industrien dienen. Nach späteren Beschlüssen war dann noch eine Beseitigung der scharfen Pregelkrümmung zwischen den geplanten Becken III und IV, der sogenannten Cosser Bucht, beabsichtigt.

Die Bauarbeiten wurden während des Krieges, im August 1915, in Angriff genommen, konnten aber nicht wesentlich gefördert werden, weil die Stillegung des Baubetriebes aus militärischen Gründen im Jahre 1917 erforderlich wurde. Bei Wiederaufnahme der Arbeiten im Frühjahr 1919 hatten sich die wirtschaftlichen Verhältnisse in Deutschland sehr verschlechtert. Diese einschneidenden Umstände erforderten auch eine Abänderung des Ausführungsprogramms für den Hafenbau, wenn auch der Grundgedanke des Bauentwurfs beibehalten wurde. Die Finanzierung des Unternehmens war derart schwierig geworden, daß die Absichten der Bauverwaltung leider eingeschränkt werden mußten. Mit Unterstützung Reich, Staat und Provinz ist es jedoch lich geworden, den Königsberger See wenigstens in seinen Hauptbestandteilen zubauen. Neben den notwendigen bahn- und Straßenanlagen sowie Versorgungsleitungen sind vorläufig Becken III, IV und V zur Ausführun kommen. Diese Anlagen sind in der H sache fertiggestellt und konnten bereit 13. Juni d. J. dem Verkehr über werden.

Die geschaffenen Anlagen sollen mehr an der Hand des Lageplanes, A einzeln besprochen werden.

Das neue Hafengelände

hat etwa 220 ha Gesamtgröße. Es e alle wesentlichen Vorbedingungen großzügigen Hafenanlage. Es liegt halb der untersten Pregelbrücke, so da hier verkehrenden Seeschiffe durch Brücke behindert werden, und auf dem ufer des Pregels, so daß ein unmittel Anschluß an die ebenfalls auf der Südseite befindlichen Reichsb anlagen ohne Schwierigkeiten möglich ist. Das Gelände hat günstige Tiefe und enthält nur wenige Anlagen, die eine bes Rücksichtnahme bei der Aufschließung verlangten. Von Na sind jedoch die ungünstigen Untergrundverhältnisse. Das lände bestand früher aus versumpften Wiesen. Guter grund ist erst in einer wechselnden Tiefe von 10 bis 18 m handen. Die oberen Schichten bestehen aus Moor, Torf Faulschlamm. Durch das Einschneiden der Hafenbecken in Gelände und die Aufhöhung der verbleibenden Flächen mit etwa 2,5 m dicken Bodenschicht sind bedeutende Störungen Gleichgewichtsverhältnisse innerhalb des Geländes eingetr Deren Folgen, Rutschungen und Verdrückungen, haben bei Bauausführung selbst außerordentliche Schwierigkeiten ber und die in diesem Gelände errichteten Bauwerke unberec baren Beanspruchungen ausgesetzt.

Der Freihafen (Hafenbecken III)

ist zunächst in einer Größe von rd. 300 000 m² ausgebaut, w rd. 80 000 m² auf die Wasserfläche entfallen. Die Hafenbeck und II sowie ein Teil des Geländes zwischen den Becken III IV sind für die spätere Erweiterung des Freihafengebiete Aussicht genommen. Das Becken selbst, Abb. 2, hat in se Achse 600 m Länge und eine Sohlenbreite von 80 m am Kopf von 120 m am Pregel. Die Wassertiefe bei Mittelwasser bet zunächst 6,5 m; sie wird gleichzeitig mit der Vertiefung des kanals auf 8 m vergrößert werden. An der Ostseite des Becken eine 450 m lange Ufermauer auf 19,6 m breitem Pfahlrost Stampfbeton hergestellt. Die Vorderseite der Ufermauer ist in satzbeton ausgebildet; die Abdeckung besteht aus Granitpla Die Mauer ist mit den erforderlichen Doppelpollern, Halterin Reibhölzern und Steigleitern ausgestattet. Das nördliche der rechtwinklig einspringenden Kaimauer ist zu einer massi Bootsanlegestelle ausgebaut.

Am Ostufer des Beckens liegen die

Lagerhallen,

von denen zunächst zwei ausgebaut sind, Abb. 3 und 4. Z weitere sollen später errichtet werden. Die Hallen haben 82 m Länge und 43 m Breite, die Höhe beträgt bis Unterka Dachbinder im mittleren Teil 8,4 m, in den seitlichen rd. Unterkellert ist nur der vordere Teil auf etwa 16 m Tiefe. Keller ist ganz auf Pfahlrost gegründet; die Kellerdecke ist Eisenbeton als Pilzdecke ausgeführt. Für die übrigen Hall teile ist die Gründung in einzelne Pfeiler aufgelöst, die

Abb. 2. Querschnitt durch das Becken III, Freihafen.

Abb. 3 und 4. Die Lagerhallen 1 und 2 am Freihafen mit Verwaltungsgebäuden und Kraftanlage.

a Kraftwagenraum *b* Polizeiwache *c* Werkstatt *d* Aufenthaltraum *e* Wage *f* Ladeluke *g* Kraftkarrenraum *h* Wohlfahrtraum *i* Verwaltungsraum *k* Zugang zur Lagerhalle *l* Laderampe.

…bündel gestellt sind. Die Pfeiler und die Verbindungs… der Gründung sind in Eisenbetonbauweise ausgeführt, …wischen Pfeiler und Balken liegenden Mauerflächen aus …mauerwerk hergestellt. Die dem Warenverkehr dienenden … der Lagerhallen sind mit zahlreichen Schiebetoren ver… durch die sämtliche Teile zugänglich gemacht werden. …n Holzkonstruktion ausgeführte Dach, Abb. 5, abgedeckt …uberoid, ruht außer auf den Hallenwänden noch auf zwei …nreihen. Der mittlere Teil des Daches ist hochgeführt und …licht die Anbringung seitlicher Fensterreihen. Hierdurch …urch unterhalb der unteren Traufe angeordnete Fenster… wird die Halle gut beleuchtet. Um die Hallen herum … sich die Ladebühnen, die an der Wasserseite dem Ver… zwischen Schiff, Eisenbahn und Lagerhalle dienen. Der … springt hier unterhalb jeder Lagerhalle um die Breite der …n vor. Durch sechs eingebaute Luken, über denen elek… betriebene Krane mit 1 t Tragkraft angeordnet sind, …n die Güter von und nach dem Keller befördert. An der …eite der Lagerhallen dienen die etwa 2 m breiten über…n Ladebühnen dem Verkehr zwischen Eisenbahn und …halle; für Fuhrwerke sind Ladestellen an den Giebel…n der Lagerhallen vorgesehen. Das Innere der Lager… ist mit feststehenden Dezimalwagen und für den Waren…r mit elektrisch betriebenen Ladekarren ausgerüstet. …räume für den Zoll- und Aufsichtdienst liegen als …läge innerhalb der Hallen. An den südlichen Giebel…n der Lagerhallen sind massive Hochbauten ausgeführt, …en die für die Verwaltung erforderlichen Diensträume so… 'ohlfahrträume für die Arbeiter eingerichtet sind. Sie ent… außerdem im oberen Stockwerk die nötigen Beamtendienst…ngen.

…m Kopfende des Beckens III sind die für den Zoll- und …ahnverkehr erforderlichen

Hochbauten

…et. Für den Freihafen ist ein besondrer Bezirksbahnhof …gt, durch dessen Anordnung eine Zollkontrolle nur bei …ng und Ausgang der Züge notwendig ist. Die Weichen …en Verkehr zwischen dem Bezirksbahnhof und der …ngsgruppe werden durch eine Hauptstellwerkanlage, die …n Weichen mit der Hand bedient. Für den Bahnbetrieb …alb des Zollgebietes wurden an Hochbauten errichtet: …üterschuppen nebst Rampe für den Stückgutverkehr, ein …thaltsgebäude für die Bahnbediensteten und das Stell…gebäude. Vor dem Eingang zum Zollgebiet sind außer… ein Reichsbahn-Verwaltungsgebäude und ein Güter-Ab…ungsgebäude errichtet.

…as Zoll-Verwaltungsgebäude am Kopf des Beckens III ent…uch Räume für den Dienst der Reichsbahnbeamten inner…es Zollgebietes. Unmittelbar am Haupteingang zum Freihafen befindet sich das Zoll-Abfertigungsgebäude, das neben den eigentlichen Diensträumen noch eine Abfertigungshalle für Fuhrwerke in einer Größe von $13 \times 18\,m^2$ enthält. Außerdem sind Ladebühnen von etwa 1,80 m Breite vorhanden, die den Güterverkehr von und nach den Fuhrwerken vermitteln. Mit diesem Gebäude verbunden ist eine Fuhrwerkwage am Nordgiebel.

An den Seiten der An- und Abfahrtstraße nach und von dem Freihafengebiet steht je ein Torhäuschen für die Zollüberwachung. Die Torhäuschen enthalten u. a. auch Postdiensträume. Zollwachthäuschen einfachster Art sind außerdem noch angeordnet an der Einfahrt zum Bezirksbahnhof des Beckens III und je eines auf dem westlichen und östlichen Ufer an der Einmündung in den Pregel. Eine Scheinwerferanlage zur Überwachung der Hafeneinfahrt bei Nacht ist auf dem Ostufer, Landungsstege für den Verkehr der Zollwachtboote sind an beiden Ufern des Beckens vorgesehen.

Maschinenanlage.

Dem Lösch- und Ladeverkehr für das mit der Kaimauer ausgebaute Ostufer des Beckens dienen sechs fahrbare Halbportalkrane, deren Portale die drei vor den Lagerhallen liegenden Gleise überspannen, Abb. 6. Die Krane, die elektrisch betrieben werden, sind von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg geliefert. Sie sind für Haken- und Greiferbetrieb einge-

Abb. 5.
Dachkonstruktion der Lagerhallen am Hafenbecken III.

Abb. 6. Ansicht der Halbportalkrane und der Lagerhallen am Hafenbecken III (Freihafen).

richtet und haben 3 t Tragfähigkeit. Die Portale haben 18,35 m Spannweite, die Krane einen Ausleger von 13,3 m Länge von Mitte Haken bis Mitte Drehzapfen und eine Hubhöhe von 25 m. Ihre Vorderschiene ist auf der Ufermauer aufgelagert, die landseitige Schiene liegt, soweit sie nicht an der Vorderseite der Lagerhalle angebracht ist, auf einer besondern Kranbahn in Eisenbetonkonstruktion. Dadurch wird ermöglicht, daß das ganze östliche Ufer von den Kranen bestrichen werden kann.

Abgrenzung des Freihafengebietes.

Das gesamte Freihafengebiet wird durch ein 3,5 m hohes Drahtgitter umgeben. Der untere massive Teil besteht aus 1 m hohen Betonplatten, die 50 cm tief in den Erdboden eingelassen sind. Der Drahtgitterzaun besteht aus Wellengitter mit 4 cm Maschenweite. Oberhalb des Drahtgitters sind zur Vermeidung des Übersteigens noch drei Stacheldrahtreihen angeordnet. Die Einfahrten für Fuhrwerke und Eisenbahnzüge sind durch besonders ausgebildete Tore gesichert. Schlupftore von 1 m Breite in Abständen von etwa 500 m dienen ausschließlich der Beaufsichtigung des Gebietes durch Zollbeamte. Sämtliche Hochbauten im Freihafen haben einen zollgrünen Anstrich erhalten.

Der Industriehafen (Hafenbecken IV).

umfaßt mit seinen Uferflächen eine Größe von etwa 600 000 m², wovon ungefähr 180 000 m² auf das Becken entfallen. Dieses Hafenbecken hat etwa 1 200 m Länge, die Sohlenbreite beträgt am Kopf, wie beim Hafenbecken III, 80 m und erweitert sich am Pregel auf 180 m; die Tiefenverhältnisse entsprechen denen beim Becken III. Das Nordufer ist mit einer Ufermauer von 750 m Länge eingefaßt, die auf einem Pfahlrost gegründet ist. Die Ufermauer selbst besteht aus Beton, ist jedoch im Gegensatz zu der am Hafenbecken III an den Außenseiten nicht aus Vorsatzbeton hergestellt, sondern mit Blendmauerwerk aus Ziegeln versehen. Die Mauer soll später nach Süden hin bis zum Beckenende verlängert werden. Der Schleifleitungskanal für die Stromzuführung der Krane ist in Eisenbeton ausgeführt. Parallel zur Ufermauer läuft auf dem gemeinschaftlichen 11,25 m breiten Pfahlrost die Betonmauer zur Aufnahme der landseitigen Kranschiene. Für den Umschlag von Schiff zu Land sind 8 Vollportalkrane aufgestellt, Abb. 7, davon sechs von der Deutschen Maschinenfabrik, Duisburg, zwei weitere von der Aktiengesellschaft Carl Flohr, Berlin, geliefert. Hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit entsprechen diese Krane im allgemeinen den für Becken III von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg gelieferten, sie überspannen jedoch nur zwei Gleise.

Außer den großen Getreidespeichern und ihren Nebenanlagen am Becken IV, auf die noch näher eingegangen werden wird, sind an weiteren Hochbauten im Gebiete des Industriehafens die für den Eisenbahnbetrieb nötigen Anlagen, wie Stellwerkgebäude, Aufenthaltgebäude für Rangierer und Rottenarbeiter sowie der für den Lokomotivbetrieb erforderliche Kohlenbansen nebst Schlackengrube und eine Gleiswage errichtet. Sämtliche Hochbauten des Industriehafens sind hellgelb angestrichen.

Das Nordufer des Industriehafens wird, soweit es nicht für den Speicherbetrieb erforderlich ist, für öffentliche Lagerzwecke benutzt.

Am Südufer des Hafenbecken IV befinden sich dagegen Plätze für Industrieanlagen. Um die Niederlassung zu erleichtern, wird man hier hölzerne Ladebrücken an den Ufern errichten. Das Ufer ist sonst geböscht und ähnlich wie im Hafenbecken III in einfachster Weis festigt. Zur Aufschließung des Geländ Becken IV dienen Eisenbahngleise, parallel zum Becken auf beiden Ufer gen, und ein Bezirksbahnhof auf dem ufer. Parallel zum Becken laufen die von der Haupthafenstraße abzweig Zungenstraßen. Das Hafenbecken IV schon seit dem vorigen Jahre lebha nutzt. Die

Getreidespeicher am Industrieha

geben dem neuen Hafen ein besondere präge und beherrschen durch die m Form das ganze Hafenbild, s. Titelbild Speicher sollen als Ersatz für die bei I führung des ganzen Hafenprogramms und nach zum Abbruch kommenden nannten Kaischuppen in erster Lin Lagerung und Veredelung von Getreid nen. Bisher verfügte Königsberg mit s Silospeicher[1]) (Fassungsvermögen 55 über den größten Speicher Deutschlands und in der Walz über eine weitere bedeutende Getreidelagerungs- und V lungsmöglichkeit. Zusammen mit den beiden neuen Spe bauten, die einen Fassungsraum von 40 000 t aufweisen, ist den sonst vorhandenen Getreidelagerhäusern im Gebiete der Königsberger Seehafens eine Speicheranlage entstanden, d größte Europas ist. Eine Erweiterung der Speicheranlag Hafenbecken IV ist für später noch durch Errichtung dritten Speichers in Aussicht genommen.

Der östlich gelegene Turmspeicher, Abb. 8 und 9 Titelbild S. 1257 ist nach seiner gesamten Anlage für öffe zentrale Bewirtschaftung zugeschnitten, während der Gr speicher an private Getreidefirmen vermietet werden kann, s also der betreffenden Firma eine für sich vollständig abget. Speichergruppe zur Verfügung steht.

Da die zu lagernden Getreidemengen von der jew Ernte und auch von sonstigen Nebenumständen abhänge deshalb starken Schwankungen unterworfen sind, mußte d gemeine Anordnung der Lagerhäuser vorbeugend so erf daß in den Speichern außer Getreide auch andre Güter ge werden können.

Zur Lagerung andrer Güter sind alle ebenen Böden wendbar, nämlich das Kellergeschoß, das Erdgeschoß u darüber liegenden fünf Böden. Bis zum dritten Obergeschoß die vorhandene Krananlage die Güter absetzen, die nac höher gelegenen Böden durch mechanische Lastenaufzü fördert werden.

Der Untergrund des Geländes erforderte, was scho leitend erwähnt wurde, umfangreiche Rammarbeiten. Fi beiden Speicher sind mehr als 5000 Rammpfähle mit einer schnittlichen Länge von etwa 12 m verwendet worden. Übe Pfahlrost ruht eine starke Eisenbetonplatte, die die g

[1]) Z. Bd. 48 (1904) S. 259 u. f., Z. Bd. 57 (1913) S. 44.

Abb. 7. Vollportalkran am Hafenbecken IV (Industriehafen).

der Bauanlage trägt. Zum Schutz der Keller gegen das ingen des Wassers und zum Schutz des Betons gegen schäd- Einwirkungen des Moorwassers war eine sehr sorgfältige rung erforderlich, die aus einer dreifachen Asphaltplatte be- Wegen der zu befürchtenden schädlichen Einwirkung des es kam die Verwendung von Eisenbetonpfählen nicht in Be- . Auf der Grundplatte ruhen Eisenbetonsäulen, die in den rechten Geschossen durch Eisenbetonbalken im Zusammen- mit kreuzweise bewehrten Decken verbunden sind. Die Haupt- nhäuser sind durch massiv hochgeführte Wände von den en Räumen feuersicher abgeschlossen. Die Wände zwischen Maschinenhaus und den Lagerräumen sind als Brand- n ausgebildet. Beim Gruppenspeicher sind die drei ein- Gruppen, nämlich der Mittelspeicher und die beiden Eck- ier, ebenfalls durch Brandmauern voneinander getrennt. Obergeschosse beider Speicher sind, soweit sie die im ierraum herumführenden Laufgänge enthalten, ausgekragt; elder der Außenwände sind mit Hohlsteinen ausgemauert.

Die einzelnen Zellen haben eine durchschnittliche Größe 3 m² und können bei größter Schütthöhe von 1,90 m rd. chwergetreide fassen. Dies entspricht einer Deckenbe- g von 1,5 t/m². Die Zellen werden durch hölzerne Wände ander abgetrennt, die Trennbohlen in einen in den Säulen assenen Schlitz eingelegt. Durch Herausnahme der ein- Trennwände können mehrere Zellen miteinander vereinigt n. Die über dem fünften Boden liegenden Silos, die in beton hergestellt sind, haben 6,5 bis 10,2 m Höhe.

Zur Vermeidung unzulässiger Spannungen mußten bei dem n Umfang der Betonmassen Dehnungsfugen eingebaut wer- Durch jeden Speicher gehen zwei solcher Fugen durch anze Gebäude, so daß sich die drei einzelnen Teile der ier frei gegeneinander bewegen können.

Die Tiefe der Speicher beträgt rd. 30 m, ein Maß, das noch sig ist, um eine Beleuchtung der Räume durch Tageslicht zu glichen. Die Länge des Turmspeichers beträgt 69,60 m, die Gruppenspeichers 63,10 m. Die Plattform des Turmes des speichers hat 57,85 m Höhe. Bis zur Traufkante sind beide ier 30,95 m, bis zum Dachfirst 47,65 m hoch. Der gesamte ngsraum des Turmspeichers beträgt rd. 21 000 t, der des enspeichers rd. 19 000 t.

Beide Speicher sind mit den neuzeitlichsten Maschinen für igung, Trocknung, Bearbeitung und Transport des Getreides en. Die Bewegungsmöglichkeiten sollen hier nur in großen angedeutet werden. Das Getreide wird im allgemeinen der aus den Eisenbahnwagen in den Schüttrichter auf den Langseiten der Speicher eingebracht oder durch eine mit kluft betätigte Sauganlage, deren Rüssel in den Schiffskör- esenkt wird. Soweit Getreide aus dem Schiff durch die er der Krane gelöscht wird, wird es, ebenso wie bei der Ein- ung aus Eisenbahnwagen, in die auf beiden Speicherseiten hen den Gleisanlagen liegenden Aufnahmetrichter geschüttet. hier aus kommt das Getreide auf die Annahmelängs- und änder, die es nach den selbsttätigen Annahmewagen beför- Nachdem das Getreide dort gewogen ist, wird es durch die elevatoren auf den auf dem obersten Boden befindlichen alverteiler gehoben, der es nach Wunsch auf die Verteil- r im zehnten Boden verteilt. Bei entsprechender Stellung bwurfwagens wird das Getreide mittels der Fallrohranlage die Bodenverteiler in die gewünschte Lagerzelle geschüttet, 10.

Die Umspeicherung von einer Lagerzelle in die andre ge- t in ähnlicher Weise auf mechanischem Wege.

Bei der Ausspeicherung in das Schiff wird das Getreide Zuhilfenahme der Verladebänder den Verladerohren zuge- die es in das Schiff hineinschütten. In Eisenbahnwagen Fuhrwerke wird das Getreide im allgemeinen in gesacktem nde verladen.

Bei der Ein-, Um- und Ausspeicherung kann das Getreide den Bearbeitungsmaschinen und den selbsttätigen Wagen ührt werden, so daß es auf diese Weise gereinigt, ge- et, bearbeitet und gewogen werden kann.

Zu den Speicheranlagen gehören noch gewisse Nebenan- , nämlich das Verwaltungsgebäude, das unmittelbar an den speicher angrenzt, ein Beamtenwohnhaus sowie eine Werk- in der gleichzeitig der Dampf für die Getreide-Trocknungs- erzeugt wird. Außerdem gehört zur gesamten Anlage peicherbetriebes eine Lagerhalle für Stückgüter, die den menden und ausgehenden Dampfern das Einladen und en von Beiladungen erleichtern soll, so daß die Fahrzeuge Güter in nächster Nähe der Getreidespeicher laden und

Abb. 8 und 9. Turmspeicher, Grundriß und Querschnitt.

Abb. 10. Verteilboden im Turmspeicher.

löschen können und nicht erst gezwungen sind, noch einen Liegeplatz in einem andern Hafenbecken aufsuchen zu müssen.

Die Bauarbeiten für die Speicher lagen in den Händen der A.-G. für Beton- und Monierbau, Königsberg, und der Königsberger Baufirma Wolff & Döring, die je einen Speicher erbaut haben. Die Maschineneinrichtungen des Turmspeichers wurden von der A.-G. Amme, Giesecke & Konegen, Braunschweig, die des Gruppenspeichers von der Mühlenbau-A.-G., vorm. Gebr. Seck, Dresden, geliefert und eingebaut.

Ausbaupläne.

Das Hafenbecken V sollte nach dem ursprünglichen Programm gleichfalls Industriehafen werden. Die Bedürfnisse des Holzumschlages in Königsberg haben jedoch dazu gezwungen, es als Holzhafen auszubauen. Der Verkehr mit Holz wird sich hauptsächlich auf dem Südufer, auf dem auch die Erweiterung als Floßbecken ausgeführt wird, abwickeln. Das Nordufer ist an eine Berliner Firma auf eine Reihe von Jahren verpachtet; jedoch hat sich die Stadtgemeinde eine Mitbestimmung bei der Ausnutzung des Geländes vorbehalten. Das Becken V hat eine Länge von etwa 1050 m, eine Sohlenbreite von etwa 80 m und eine Tiefe von 6,5 m. Zur Ablagerung von Holz wird eine Erweiterung vorgenommen, wie sie im Übersichtsplan, Abb. 1, angedeutet ist. Dieser Teil des Holzhafens erhält eine Tiefe von 3 m und wird mit Langholzentladestelle, Holzaufschleppvorrichtung usw. ausgestattet. Die geböscht angelegten Ufer werden in einfachster Weise befestigt. Auch das Becken V wird beiderseits mit Gleisanschlüssen versehen.

Für den Ausbau des Hafens in dem beschriebenen Umfang ist eine Bodenbewegung von rd. 5 000 000 m³ erforderlich, wovon etwa 4½ Mill. m³ bereits geleistet sind. Die Baggerungen
erstreckten sich auf die Ausspülung des Moorbodens inn
des Hafengebietes und auf die Ausbaggerung von Ki
Frischen Haff und Aufspülung des Kieses im Hafen. Fi
Ausführung der Bauten sind bisher rd. 21 000 Rammpfäl
Längen von etwa 12 bis 20 m verarbeitet worden.

Trotz der großen Schwierigkeiten, die sich dem U
nehmen in bezug auf die Bauausführung, die Arbeitsve
nisse und die Finanzierung entgegenstellten, ist es gelu
den neuen Handels- und Industriehafen in Königsberg i
Hauptsache fertigzustellen. Jedoch ist die Entscheidung da
ob ein Teil des neuen Hafens, das Becken III, zolltechnisc
„Freihafen“ bestimmt wird, noch nicht getroffen. Nac
im Jahre 1918 gefaßten Beschlüssen sollte ein Teil des K
berger Hafens als „Freigebiet“ gelten. Die politischen
änderungen im Königsberger Hinterland und die geograp
Trennung Ostpreußens vom Deutschen Reiche haben für den
delsplatz Königsberg die Verhältnisse so grundlegend verä
daß für Königsberg die Vergünstigungen eines Freigebi
völlig ungenügend sind. Königsberg kann den Wettbewerb m
Auslandhäfen nur dann aussichtsvoll aufnehmen, wenn in
neuen Hafen ein Gebiet vorhanden ist, wo nicht nur
Zollbeschränkungen fortfallen, sondern auch industriell
lagen jeder Art errichtet werden dürfen, ohne daß es eines
wierigen Instanzenweges für die Genehmigung hierzu b
In dem vom Ausland umgebenen Ostpreußen muß deshal
Freihafen nach Hamburger Muster geschaffen werden. Ein
ausschlußgebiet oder ein Freibezirk ist für die deutschen
essen, die hier betroffen werden, nicht ausreichend.

Die Verbesserung der seewärtigen Verbindung Königs
ist nach mühevollen Verhandlungen gesichert, die Arbeite
die Vertiefung und Verbreiterung des Königsberger
kanals sind bereits in Angriff genommen. Nach Ausfü
dieser Arbeiten wird der Königsberger Hafen für die größte
seedampfer erreichbar sein. Wichtig für die Entfaltung des
kehrs und des Handels im Königsberger Hafen ist dann no
Verbesserung der Pregel-Memel-Wasserstraße
Endgliedes des über 1500 km langen Binnenschiffahrtweges
schen dem Schwarzen Meer und der Ostsee. Es ist zu hoffe
wenigstens die dringlichste Verbesserung dieser Wasser
innerhalb Ostpreußens, nämlich die Vertiefung und Begrad
der Gilge, in absehbarer Zeit ausgeführt wird. Je leis
fähiger die Pregel-Memel-Wasserstraße ist, um so mehr
die Mündung des Memelstromes in ihrer praktischen Auswi
nach Königsberg verlegt, was für den Hafen von allerg
Bedeutung ist.

Die Stadt Königsberg hat sich in Verbindung mi
führenden Handelskreisen rechtzeitig auf die Schwierigk
eingestellt, die dem deutschen Osthandel aus dem Dikta
Versailles erwachsen. Mögen die neuzeitlichen Umschlag
Lagereinrichtungen des Königsberger Hafens dazu beit
daß das Deutschtum seine kulturelle und wirtschaftliche
machtstellung im Osten trotz aller Erschwerungen aus
Versailler Diktat auch weiterhin behaupten kann! [B

Ableitung von Flüssen in die Großen Seen in Nordamerika.

Das Handelsamt Montreal untersucht zurzeit einen neuen Vorschlag, die Fläche des Entwässerungsgebietes der Großen Seen durch Ableiten des Ogoki- und des Albanyflusses aus dem Gebiet der Hudson-Bay in das des Lake Superior zu vergrößern. Die verhältnismäßig flache Beschaffenheit des Landrückens zwischen dem Gebiet des Lake Superior und dem der Hudson-Bay soll benutzt werden, um durch den Bau von Dämmen am Albany und Ogoki Becken zu bilden, die ihren Abfluß nach dem Lake Superior erhalten. Dadurch wird das Zuflußgebiet dieses Sees um etwa 52 000 km² vergrößert. Das aus diesem Gebiet kommende Wasser läßt sich für Kraft und Schiffahrtszwecke unvergleichlich besser ausnutzen, als wenn es zur Hudson-Bay fließt; man denke nur an die Niagarafälle, deren für den Kraftbedarf ausnutzbare Wassermenge bereits seit langem nicht mehr ausreicht. („Engineering News-Record“ Bd. 93 (1924) Nr. 10) [N 846] Bu.

Der Verkehr in den nordamerikanischen Häfen.

Zur allgemeinen Überraschung hat die vor kurzem veröffen
Verkehrsfeststellung von 1923 durch das Shipping Board ergebe
der Hafenverkehr von Los Angeles die zweite Stelle errunge
und zwar auch dann noch, wenn, was zunächst nicht geschehe
der Küstenverkehr und der Verkehr zwischen benachbarten Hä
demselben Ozean, wie zwischen New York und New Orleans, b
sichtigt wird. Die Reihenfolge ist folgende: New York mit
48 000 000 t (ausschließlich des inneren Verkehrs), Los Angele
27 154 550 t, Philadelphia mit 15 230 450 t, New Orleans mit 10 2
und Baltimore mit 10 155 504 t. Los Angeles zeigt eine Zunahm
fast 17 000 000 t gegenüber der Zahl von 1922. Den Hauptanteil a
wachsen des Verkehrs hat das Öl, aber auch Bauholz und so
Verkehr spielen eine Rolle. („Engineering News-Record“ Bd. 93
Nr. 10) [N 844]

Neue Wasserdampfformeln.

Von M. Seiliger.

Bei Untersuchung der polytropischen Kurven wird festgestellt, daß weder die Adiabate der halbidealen Gase noch die Adiabate des überhitzten Wasserdampfes durch Polytropen dargestellt werden kann; die Callendarsche Polytrope ist deshalb nur eine angenäherte Adiabate. Zur Berechnung der richtigen Wasserdampfadiabate werden die Callendarschen Gleichungen an der Hand der Münchener Versuche geprüft und neue Gleichungen für die spezifische Wärme bei unveränderlichem Druck sowie für den Wärmeinhalt aufgestellt und neue Formeln der Adiabate, Entropie usw. abgeleitet. Die neuen Formeln sind den Formeln für halbideale Gase ähnlich und lassen sich für Gemische von neutralen halbidealen Gasen mit Wasserdampf verallgemeinern.

Von den Zustandsgrößen p, v, T, I, U und E wird, wie bekannt, der Zusammenhang zwischen den drei ersten, nämlich zwischen Druck p, spezifischem Volumen v und Temtur T erfahrungsgemäß durch die Zustandsgleichung

$$F(p, v, T) = 0$$

estellt. Von den drei anderen Zustandsgrößen stellt man den meinhalt bei unveränderlichem Druck I, wenn auch mittelbar, falls erfahrungsgemäß, als Funktion von zwei der ersteren ßen dar:

$$f(I, p, T) = 0.$$

Der Zusammenhang der inneren Energie U und der Entro- mit den andern Zustandsgrößen wird durch Definition und Grund der beiden Hauptsätze der Wärmetheorie bestimmt. dem ersten Satz

$$\mathrm{d}\,Q = \mathrm{d}\,U + A\,p\,\mathrm{d}\,v$$

bis auf eine Konstante

$$U = I - A\,p\,v$$

nach Definition

$$E = \frac{\mathrm{d}\,Q}{T},$$

i nach dem zweiten Hauptsatz $\frac{\mathrm{d}\,Q}{T}$ stets ein vollständiges erential sein muß und deshalb E eine Funktion von zwei be- gen Zustandsgrößen ist. Daraus entsteht, wie bekannt, ein sser Zusammenhang zwischen den ersten beiden Gleichungen.

Bei der Berechnung der Dampfmaschinen, Dampfturbinen, pressoren und Kältemaschinen kommen zumeist die vier ersten andsgrößen, bei der Berechnung der Verbrennungsmaschinen mt auch die innere Energie in Betracht. Die Entropie ist nur insofern nötig, als sie die adiabatische Zustandsänderung mmt.

Der adiabatischen Zustandsänderung kommt in der Wärme- und in ihrer Anwendung große Bedeutung zu, da sie die andsänderung mit Wärmezufuhr von derjenigen mit Wärme- hr trennt. Dies gilt auch in der Wärmetechnik hauptsächlich die Wärmekraftmaschinen: die Berechnung einer Maschine nt mit der Annahme idealer adiabatischer Zustandsänderung endigt an der fertigen Maschine mit dem Vergleich des wirk- n Vorganges mit dem idealen adiabatischen. Die Adiabate ist t für den Techniker ein unentbehrliches Werkzeug geworden soll als solches selbstverständlich möglichst genau sein.

In einer früheren Arbeit[1]) habe ich gezeigt, daß die adia- che Zustandsänderung der halbidealen Gase durch keine trope dargestellt werden kann. Der Zusammenhang zwischen Zustandsgrößen und der spezifischen Wärme ist aber bei Wasser- pf bedeutend verwickelter als bei halbidealen Gasen; man deshalb erwarten, daß man die adiabatische Zustandsände- des Dampfes durch keine Polytrope darstellen kann; aber einfache Form der Polytrope, die unter gewissen Voraus- ngen mit der Theorie im Einklang steht, hat sich eingeführt. der Hand der Ergebnisse der Münchener Versuche soll daher üft werden, ob die Adiabate des überhitzten Dampfes einer trope entspricht, und gegebenenfalls die Abweichung der igen Adiabate von der annähernd polytropischen berechnet den.

Der weitere Zweck der Untersuchung ist, neue Formeln für hitzten Wasserdampf abzuleiten, die ähnliche Gestalt wie die ormeln haben. Denn zwischen Wasserdampf in überhitztem and und in halbidealem Zustand gibt es keine scharfe Grenz-

Polytrope (partielle und volle) und Pseudopolytrope.

Wenn man den Zustand eines Körpers durch eine Raum- e mit spezifischem Volumen v, Druck p und Temperatur T Raumkoordinaten kennzeichnet, so werden seine Zustands- rungen durch Raumkurven dargestellt. Eine räumliche Poly- e ist eine Kurve, die den Gleichungen

$$p = a\,T^n \quad \text{und} \quad v = b\,T^m$$

entspricht; hierin sind a, b, n, m Zahlen oder jedenfalls Beiwerte, die von den Zustandsgrößen p, v, T unabhängig sind.

Aus der Definition der Polytrope folgt, daß ihre Projektion auf die Koordinatenebene p/v einer Gleichung

$$p = c\,v^l$$

entspricht, worin $\quad l = \frac{n}{m} \quad$ und $\quad c = \left(\frac{a^m}{b^n}\right)^{\frac{1}{m}}$

ebenfalls von p, v, T unabhängig sind, und daß Körper, deren Zustand dargestellt wird durch

$$p^l\,v^m\,T^n = \text{konst},$$

unendlich viele räumliche (volle) Polytropen haben.

Das ist z. B. auf ideale und halbideale Gase anwendbar, deren Zustandsgleichung $p\,v = R\,T$ ist $(l = 1,\ m = 1,\ n = -1)$. Dagegen haben Dämpfe mit den Zustandsgleichungen:

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = R\,T,$$

$$v - b = \frac{R\,T}{p} - C\left(\frac{273}{T}\right)^n$$

oder

$$p\,v = R\,T - f(p, T)$$

im allgemeinen keine vollen polytropischen Zustandsänderungen. Nur in dem Fall, wo

$$f(p, T) = T\,\varphi\left(p\,T^{m-1}\right),$$

ist eine volle Polytrope vorhanden, und zwar

$$p\,T^{m-1} = C_1 \text{ oder } v\,T^{-m} = C_2,$$

worin C_1 und C_2 Konstanten sind.

Es gibt aber viele Zustandsänderungen, deren Projektion auf eine Koordinatenebene durch

$$y = a\,x^n \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

dargestellt werden kann, wenn x und y zwei von den Zustandsgrößen und a und n Zahlen sind. Solche Zustandsänderungen sollen, zum Unterschied von den räumlichen oder vollen Polytropen, als partiell-polytropische bezeichnet werden.

Bei jeder partiellen Polytrope ist, wie man durch Logarithmieren und Differenzieren von Gl. (1) ersieht, der Quotient aus Abszisse x und Subtangente $y\,\frac{\mathrm{d}\,x}{\mathrm{d}\,y}$ eines beliebigen Punktes konstant und gleich dem Exponenten n der Polytrope:

$$\frac{\text{Abszisse}}{\text{Subtangente}} = \frac{x}{y}\frac{\mathrm{d}\,y}{\mathrm{d}\,x} = n \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2).$$

Diese Gleichung gilt nur für eine Polytrope, nicht aber für Kurven mit veränderlichen Exponenten; denn wenn n veränderlich ist, erhält man aus Gl. (1):

$$\frac{x}{y}\frac{\mathrm{d}\,y}{\mathrm{d}\,x} = \frac{\mathrm{d}\lg y}{\mathrm{d}\lg x} = \frac{\mathrm{d}\,(n\lg x)}{\mathrm{d}\lg x} = n + x\lg x\,\frac{\mathrm{d}\,n}{\mathrm{d}\,x} \quad \ldots \quad (2a),$$

worin $\mathrm{d}\,n$ das volle Differential des veränderlichen n ist.

Es läßt sich ferner leicht beweisen, daß eine eindeutige Kurve in der Gegend, wo dieser Quotient konstant ist, einer Polytrope entspricht, denn wenn

$$\frac{x}{y}\frac{\mathrm{d}\,y}{\mathrm{d}\,x} = n = \frac{\mathrm{d}\,(\ln y)}{\mathrm{d}\,(\ln x)},$$

so ist auch

$$\mathrm{d}\,(\ln y) = n\,\mathrm{d}\,(\ln x) \quad \text{und} \quad y = a\,x^n.$$

Es folgt hieraus, daß wenn, umgekehrt, der Quotient aus Abszisse und Subtangente veränderlich ist, auch die entsprechende Kurve keine Polytrope ist.

Natürlich kann jede Kurve $y = a\,f(x)$, die keine Polytrope ist, d. h. bei der sich $f(x)$ von $a\,x^m$ unterscheidet, in pseudopolytropischer Form (scheinbare Polytrope)

$$y = a\,x^{\frac{\ln f(x)}{\ln x}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

[1]) Vergl. Z. Bd. 66 (1922) S. 8.

dargestellt werden, wobei aber der Exponent veränderlich ist. Der Quotient aus Abszisse und Subtangente ist in diesem Fall

$$\frac{\mathrm{d}\ln f(x)}{\mathrm{d}\ln x} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (4),$$

d. h. im allgemeinen veränderlich und außerdem von dem Exponenten der Pseudopolytrope verschieden, da

$$\frac{\mathrm{d}\ln f(x)}{\mathrm{d}\ln x} \gtrless \frac{\ln f(x)}{\ln x}.$$

(Diese Ungleichung geht in eine Identität über, wenn

$$\frac{\ln f(x)}{\ln x} = \text{konst, d. h. } f(x) = a\,x^m$$

mit andern Worten, wenn die Kurve eine Polytrope ist.)

Zur Unterscheidung zwischen Polytrope und Pseudopolytrope gilt also: Eine Kurve, bei welcher der Quotient aus Abszisse und Subtangente unveränderlich und gleich n ist, ist eine Polytrope mit dem Exponenten n; ist dagegen dieser Quotient veränderlich und gleich $\psi(x)$, dann ist die Kurve keine Polytrope, und der Exponent ihrer pseudopolytropischen Form ist von $\psi(x)$ verschieden.

Adiabate.

Die Gleichung der Adiabate ist auf Grund der beiden Gesetze der mechanischen Wärmelehre

$$c_p \frac{\mathrm{d}T}{T} - A\left(\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}T}\right)_p \mathrm{d}p = 0 \quad \ldots \ldots \ldots (5)$$

oder

$$c_v \frac{\mathrm{d}T}{T} + A\left(\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}T}\right)_v \mathrm{d}v = 0 \quad \ldots \ldots \ldots (5a)$$

oder durch Verbindung von Gl. (5) und (5a)

$$c_v \left(\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}T}\right)_p \mathrm{d}p + c_p \left(\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}T}\right)_v \mathrm{d}v = 0 \quad \ldots \ldots (5b).$$

Hierin sind p, v, T die Zustandsgrößen und c_p, c_v die spezifischen Wärmen.

Die Zustandsgrößen sind durch die Zustandsgleichung verbunden; die spezifischen Wärmen sind Funktionen der Zustandsgrößen und können durch nachstehende Gleichungen bestimmt werden:

$$\left(\frac{\mathrm{d}c_v}{\mathrm{d}p}\right)_T = -A\,T\left(\frac{\mathrm{d}^2 v}{\mathrm{d}T^2}\right)_p \quad \ldots \ldots \ldots (6),$$

$$c_p - c_v = A\,T\left(\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}T}\right)_p \left(\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}T}\right)_v \quad \ldots \ldots \ldots (7).$$

Der Quotient aus Abszisse und Subtangente in der Projektion der Adiabate auf die p, v-Ebene ist nach Gl. (2) und (5b)

$$\frac{v}{p}\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}v} = -\frac{v}{p}\frac{c_p}{c_v}\frac{\left(\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}T}\right)_v}{\left(\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}T}\right)_p} \quad \ldots \ldots \ldots (7a)$$

oder mit Gl. (7)

$$\frac{v}{p}\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}v} = -\frac{v\left(\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}T}\right)_v}{p\left(\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}T}\right)_p}\,\frac{1}{1 - \frac{A\,T}{c_p}\left(\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}T}\right)_p\left(\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}T}\right)_v} \quad \ldots \ldots (8).$$

Derselbe Quotient für die Projektion auf die p, T-Ebene ist mit Gl. (5)

$$\frac{p}{T}\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}p} = \frac{A\,p\left(\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}T}\right)_p}{c_p} \quad \ldots \ldots \ldots (9).$$

Sind die rechten Seiten von Gl. (8) oder (9) oder beide unveränderlich, dann entspricht die Adiabate einer partiellen Polytrope in der p, v- bzw. T, v-Ebene oder einer vollen Polytrope.

Gasadiabate.

So erhält man z. B. für Gase mit der Zustandsgleichung

$$p\,v = R\,T$$

aus Gl. (6) und (7):

$$\left(\frac{\mathrm{d}c_p}{\mathrm{d}p}\right)_T = 0 \text{ und } c_p - c_v = A\,R,$$

d. h., daß c_p und folglich auch c_v entweder unveränderlich oder nur von den Temperaturen abhängig sind.

Für den ersten Fall, der den idealen Gasen entspricht, sei

$$c_v = \frac{a}{m}, \text{ folglich } c_p = \frac{a}{m} + A\,R;$$

mit

$$\frac{\frac{a}{m} + A\,R}{\frac{a}{m}} = k \left(\frac{a}{m} = \frac{A\,R}{k-1};\ c_p = \frac{k\,A\,R}{k-1}\right),$$

worin k eine Konstante ist, folgt aus Gl. (8) und (9)

$$\frac{v}{p}\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}v} = -k \text{ und } \frac{p}{T}\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}p} = \frac{k-1}{k},$$

d. h. die Adiabate der idealen Gase ist eine vollständige Polytr[ope]

$$p = a\,v^{-k};\quad T = b\,p^{\frac{k-1}{k}}.$$

Für den zweiten Fall, der den halbidealen Gasen entspr[icht,] sei

$m\,c_v = a + a\,\zeta\,T$, folglich $m\,c_p = a + m\,A\,R + a\,\zeta\,T = k\,a + a$ [...]

es folgt dann aus Gl. (7a) und (9):

$$\frac{v}{p}\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}v} = -\frac{c_p}{c_v} = -\frac{k + \zeta\,T}{1 + \zeta\,T} \text{ und } \frac{p}{T}\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}p} = \frac{\frac{A\,R}{a}}{k + \zeta\,T},$$

d. h. die Adiabate der halbidealen Gase kann nicht durch [eine] wirkliche Polytrope dargestellt werden, und der Exponent [der] Pseudopolytrope in der p, v-Ebene ist keinesfalls $\frac{c_p}{c_v}$.

In der Tat zeigt die von mir in Z. Bd. 66 (1922) S. 9 a[n]gebene Gleichung (15) der Adiabate von halbidealen Gasen

$$p\,v^k\,e^{\zeta T} = \text{konst } (T\,v^{k-1}\,e^{\zeta T} = \text{konst}),$$

worin

$$k = \frac{\frac{a}{m} + A\,R}{\frac{a}{m}}$$

ist, daß der Exponent ihrer pseudopolytropischen Form:

$$p\,v^{k + \frac{\zeta T}{\ln v}} = \text{konst}$$

nicht dem Quotienten aus Abszisse und Subtangente gleich [ist.]

Somit gilt die Gleichung der Adiabate in der Form $p\,v^{\frac{c_p}{c_v}} = \text{k}$[onst] nur für ideale Gase, aber nicht für halbideale Gase.

Da trotzdem diese Form der Adiabate sehr verbreitet [ist,] soll die Bedeutung der Kurve $p\,v^{\frac{c_p}{c_v}} = \text{konst}$ besprochen we[rden.]

Sind

$$p_1, v_1, T_1 \text{ und } p_2, v_2, T_2$$

zwei Punkte der Adiabate

$$T\,v^{k-1}\,e^{\zeta T} = A \quad \ldots \ldots \ldots \ldots$$

so kann man auch durch diese zwei Punkte eine Polytrope

$$T\,v^{n-1} = B \quad \ldots \ldots \ldots \ldots$$

legen. Wir erhalten dann

$$\ln T_1 + \zeta\,T_1 + (k-1)\ln v_1 = \ln T_2 + \zeta\,T_2 + (k-1)\ln v_2,$$

$$\ln T_1 + (n-1)\ln v_1 = \ln T_2 + (n-1)\ln v_2$$

und nach Eliminierung von $\ln v_2$

$$(n-k)\ln T_2 + (n-1)\,\zeta\,T_2 = (n-k)\ln T_1 + (n-1)\,\zeta\,T_1$$

worin

$$n = \frac{k\ln\frac{T_2}{T_1} + \zeta\,(T_2 - T_1)}{\ln\frac{T_2}{T_1} + \zeta\,(T_2 - T_1)} \quad \ldots \ldots \ldots$$

Abb. 1. Tafel zur Berechnung des Exponenten n der Polytrope zwischen zwei Punkten (T_2 und T_1) der Adiabate verschiedener Gas[e]

[…]rin bedeutet n den Exponenten der […]tropie, die die Adiabate in den Punk[…] 1 und 2 schneidet. Zur Berechnung […] Exponenten n dient die Fluchten[…]l, Abb. 1. Sind T_1 und T_2 sowie ζ gegeben, so zieht man von ζ auf der […]en senkrechten Teilung bis zu $\frac{T_2}{T_1}$ auf […] rechten Seite eine Gerade, die die […]gonale $0\,0$ schneidet. Durch T_1 auf der […]en Teilung und diesen Schnittpunkt […]t man eine andre Gerade, die auf […] unteren Teilung den Wert n bestimmt.

Mit Hilfe dieser Tafel läßt sich die […]liche Adiabate im logarithmischen […]rdinatensystem sehr einfach entwerfen. […] die Adiabate im Punkt 1, Abb. 2, be[…]nen, so ergibt Abb. 1 die Werte von n für $T_2 = 1200$, 1100, 1000 usw. Für […]n Wert von n zieht man die ent[…]chenden Polytropen (im logarith[…]hen Koordinatensystem ist die Poly[…]e eine Gerade), die im Schnitt mit […] betreffenden Ordinate T die Punkte […] Adiabate geben.

Fallen die Punkte T_2 und T_1 zusammen, $\left(\frac{T_2}{T_1}=1\right)$, dann erhält man nach Ableitung […] Unbestimmtheit $\frac{0}{0}$:

$$n = \frac{k + \zeta T_1}{1 + \zeta T_1} = \left(\frac{c_p}{c_v}\right)_{T = T_1}.$$

[…] Polytrope, welche die Adiabate im Punkt p_1, v_1, T_1 berührt, […] also den Exponenten $n = \left(\frac{c_p}{c_v}\right)_{T = T_1}$; ihre Gleichung ist

$$p\, v^{\left(\frac{c_p}{c_v}\right)_{T = T_1}} = p_1\, v_1^{\left(\frac{c_p}{c_v}\right)_{T = T_1}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (d)$$

[…] wie aus Abb. 2 oder 1 folgt, entfernt sich diese Polytrope […]er mehr von der Adiabate.

Die Kurve

$$p\, v^{\left(\frac{c_p}{c_v}\right)_{T}} = p_1\, v_1^{\left(\frac{c_p}{c_v}\right)_{T_1}} \quad \text{oder} \quad T\, v^{\frac{k-1}{1+\zeta T}} = T_1\, v_1^{\frac{k-1}{1+\zeta T_1}} \quad . \; . \; (e)$$

[…]ber weder eine Polytrope, noch eine Adiabate halbidealer […]; sie schneidet im allgemeinen die Adiabate nur in einem […]t. Durch Vergleich von Gl. (d) und (e) erhält man unter […]Annahme, daß die Kurven (d) und (e) durch einen und den[…]n Punkt p_1, v_1, T_1 gehen:

$$T_e\, v_e^{\frac{k-1}{1+\zeta T_e}} = T_d\, v_d^{\frac{k-1}{1+\zeta T_1}}.$$

[…] $T_e = T_d > T_1$ folgt hieraus, daß

$$v_e > v_d,$$

[…] daß die Kurve e noch weiter als die berührende Polytrope von […]Adiabate entfernt ist.

In Abb. 3 sei $Ad.$ die wirkliche Adiabate, $Pol.$ die Polytrope n, […]e die Adiabate in zwei Punkten schneidet, $Tang.$ die Tangente[…]trope mit dem Exponenten $\left(\frac{c_p}{c_v}\right)_{T = T_1}$ und X die falsche Adia[…] nach Gl. (d). Ersetzt man die Adiabate durch eine Poly[…] n nach Gleichung (c) oder Abb. 1, so erhält man den […]t 2 der richtigen Adiabate und kann weiter in derselben […]e verfahren, ohne daß der Fehler zunimmt. Dagegen ist bei […]Kurve $Tang.$ nur Punkt 1 richtig, während Punkt b außer[…] der richtigen Adiabate liegt, und wenn man von diesem Punkt […] weitere Kurven $Tang.$ zeichnet, so erhält man eine Kurve, die […]r mehr von der Adiabate abweicht; die Kurve X vergrößert […] Fehler noch weiter.

Hier soll noch auf folgendes aufmerksam gemacht werden. […] Definition der polytropischen Zustandsänderung als derjeni[…] bei der die spezifische Wärme unveränderlich bleibt, gilt nur […]deale Gase. Bei den halbidealen ist die polytropische Zu[…]sänderung diejenige, bei der die spezifische Arbeit unver[…]rlich bleibt. Da dies auch für die idealen Gase gilt, so ist […] Definition jedenfalls allgemeiner als die Zeunersche. Die […]ndsänderung, bei der die zugeführte oder entzogene

Abb. 2.
Logarithmisches Verfahren zum Entfernen einer Adiabate halbidealer Gase.

Wärmemenge der Temperaturänderung proportional ist, hatte ich als isodiabatische bezeichnet; ihre Gleichung ist der adiabatischen sehr ähnlich:

$$T\, v^{k-1}\, e^{\sigma \zeta T} = \text{konst}^{1)}.$$

Wasserdampfadiabate.

Die Ableitung der Adiabate von überhitztem Wasserdampf wird dadurch einigermaßen schwierig, daß die einfachen empirischen Formeln für den Dampfzustand im Überhitzungsgebiet weder den praktischen Ergebnissen noch den theoretischen Formeln vollkommen entsprechen, die genauer, aber verwickelt sind.

Die Zustandsfläche für Wasserdampf im Überhitzungsgebiet soll mindestens folgenden Bedingungen genügen:

1. sie muß durch die Sättigungskurve gehen;
2. sie muß zweimal allmählich in die Zustandsfläche des Gasgebietes übergehen: erstens in einem endlichen[2]) Abstand von der Sättigungskurve, für jeden Druck in der Richtung der Temperaturerhöhung, und zweitens für jede Temperatur bei praktisch sehr kleinen Druckverhältnissen (d. h. bei der Annäherung an die absolute Luftleere);
3. der aus der Zustandsgleichung auf Grund von Gl. (6) abgeleitete Wärmeinhalt bei konstantem Druck I muß den Versuchsergebnissen nahekommen; außerdem müssen sich die Werte von I beim Übergang vom Überhitzungsgebiet in das Gasgebiet mit denjenigen der Gase decken.

Die Forderung 2 erfüllt am besten folgende Zustandsgleichung:

$$v - v_1 = \frac{R\,T}{p} - f(p, T) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (10);$$

---

[1]) Vergl. Gl. (13) und (14). Z. Bd. 66 (1922) S. 9 oder des Verfassers Graphische Thermodynamik, Berlin, 1922, Julius Springer, S. 68.

[2]) Einige Verfasser nehmen an, daß der Übergang des Dampfes in halbideales Gas bei unendlich großer Temperatur geschieht, die meisten stehen aber auf dem Standpunkt, daß eine endliche Temperatur anzunehmen sei.

Abb. 3.
Adiabate, schneidende und berührende Polytropen, Pseudoadiabate.

hierin bedeutet $f(p, T)$ eine Funktion von Druck und Temperatur, die mit p abnimmt, bei $p = 0$ verschwindet oder im Verhältnis zu v praktisch verschwindet, und bei Zunahme von T ebenfalls so abnimmt, daß sie bei einem endlichen Wert von T Null ist. Somit kann man $f(p, T)$ auch durch

$$f(p, T) = \frac{a_1 p^{n_1}}{T^{l_1}} + \frac{a_2 p^{n_2}}{T^{l_2}} + \cdots = \sum \frac{a_k p^{n_k}}{T^{l_k}} \quad \ldots \quad (11)$$

darstellen, worin $n_1, n_2, \ldots, l_1, l_2, \ldots$ konstante Exponenten und $a_1, a_2, \ldots$ Beiwerte sind. Die Exponenten n_k, l_k und die Beiwerte a_k müssen so gewählt sein, daß Gl. (10) die Bedingung 1 möglichst vollkommen befriedigt.

Aus Gl. (10) und (11) folgt

$$\left(\frac{d v}{d T}\right)_p = \frac{R}{p} + \sum \frac{l_k a_k p^{n_k}}{T^{l_k + 1}} \quad \ldots \ldots \quad (12),$$

$$\left(\frac{d^2 v}{d T^2}\right)_p = -\sum l_k (l_k + 1) a_k \frac{p^{n_k}}{T^{l_k + 2}}$$

und mit Gl. (6)

$$\left(\frac{d c_p}{d p}\right)_T = A \sum \frac{l_k (l_k + 1) a_k p^{n_k}}{T^{l_k + 1}},$$

also

$$c_p = \varphi(T) + A \sum \frac{l_k (l_k + 1) a_k}{n_k + 1} \frac{p^{n_k + 1}}{T^{l_k + 1}} \quad \ldots \quad (13),$$

worin $\varphi(T)$ noch aus der obigen Forderung 3 zu bestimmen ist.

Aus Gl. (13) ergibt sich ferner

$$I = \int \varphi(T) \, d T - A \sum \frac{l_k + 1}{n_k + 1} a_k \frac{p^{n_k + 1}}{T^{l_k}} \quad \ldots \quad (14)^{1)}.$$

Die Gestalt von Gl. (13) und (14) zeigt, daß I bei den entsprechenden Beiwerten a_k und Exponenten l_k und n_k auch die Bedingung 3 befriedigen kann, wenn $\int \varphi(T) \, d T$ oder $\varphi(T)$ dem Wärmeinhalt oder der spezifischen Wärme des Dampfes im Gaszustand gleich ist. Bei sehr kleinen Werten von p oder sehr großen von T ist tatsächlich $I = I_0 = \int \varphi(T) \, d T$ und $c_{p_0} = \varphi(T)$.

Für die Adiabate des überhitzten Dampfes erhält man aus Gl. (5) mit c_p aus Gl. (13) und $\left(\frac{d v}{d T}\right)_p$ aus Gl. (12):

$$\varphi(T) \frac{d T}{T} + A \sum \frac{l(l+1) a}{n+1} \frac{p^{n+1}}{T^{l+1}} \frac{d T}{T} - A \left(\frac{R}{p} + \sum l a \frac{p^n}{T^{l+1}}\right) d p = 0$$

oder

$$\varphi(T) \frac{d T}{T} - A R \frac{d p}{p} - A \, d \sum \frac{l a}{n+1} \frac{p^{n+1}}{T^{l+1}} = 0 \quad . \quad (14a).$$

Die unbekannte Funktion $\varphi(T)$ ist in Übereinstimmung mit Versuchen über Gase

$$\varphi(T) = A R (C + \eta T^{\alpha} + \xi T^{\beta} + \cdots) = A R [C + T \psi(T)],$$

worin $\psi(T) = \eta T^{\alpha - 1} + \xi T^{\beta - 1} + \cdots$,

η und ξ Temperaturbeiwerte und α und β Exponenten sind.

Es sei ferner

$$\int \psi(T) \, d T = \chi(T) + \text{konst}$$

Durch Integrieren von (14 c) erhält man

$$C \ln T + \chi(T) - \ln p - \frac{1}{R} \sum \frac{l a}{n+1} \frac{p^{n+1}}{T^{l+1}} = \text{konst}$$

oder

$$\frac{T^C e^{\chi(T)}}{p \, e^{\frac{p}{R} \sum \frac{l a}{n+1} \frac{p^n}{T^{l+1}}}} = \text{konst} \quad \ldots \quad (15)$$

als **Gleichung der Adiabate des überhitzten Dampfes.**

Für Werte von p nahe an der absoluten Luftleere ($p = 0$) sowie für Werte von T, die entsprechend weit von der Sättigungskurve entfernt sind, geht die Gl. (15) über in

$$\frac{T^C e^{\chi(T)}}{p} = \text{konst}$$

oder mit

$$A R C = \frac{a}{m} k \quad \text{und} \quad \frac{a}{m} = \frac{A R}{k - 1}$$

in

$$T^k e^{(k-1)\chi(T)} p^{1-k} = \text{konst}$$

oder

$$T^k e^{\xi T} p^{1-k} = \text{konst},$$

d. h. die bekannte Gleichung der Adiabate für halbideale Gas[e].

Aus Gl. (8) kann man durch die Identität

$$\left(\frac{d p}{d T}\right)_v = -\frac{\left(\frac{d v}{d T}\right)_p}{\left(\frac{d v}{d p}\right)_T}$$

erhalten:

$$\frac{v}{p} \frac{d p}{d v} = -\frac{v}{p \left[\left(\frac{d v}{d p}\right)_T + \left(\frac{d v}{d T}\right)_p^2 \frac{A T}{c_p}\right]} \quad \ldots$$

Ferner folgt aus Gl. (10)

$$\left(\frac{d v}{d p}\right)_T = -\frac{R T}{p^2} - \sum n a \frac{p^{n-1}}{T^l} \quad \ldots$$

Somit findet man aus Gl. (8 a) und (9) für überhitzten Was[ser]dampf

$$\frac{v}{p} \frac{d p}{d v} = \frac{R - \sum a \frac{p^{n+1}}{T^{l+1}}}{-R - \sum n a \frac{p^{n+1}}{T^{l+1}} + \frac{A \left[R + \sum l a \frac{p^{n+1}}{T^{l+1}}\right]^2}{\varphi(T) + A \sum l a \frac{l+1}{n+1} \frac{p^{n+1}}{T^{l+1}}}}$$

und

$$\frac{p \, d T}{T \, d p} = \frac{A R + A \sum l a \frac{p^{n+1}}{T^{l+1}}}{\varphi(T) + A \sum l a \frac{l+1}{n+1} \frac{p^{n+1}}{T^{l+1}}} \quad \ldots$$

Soll die Adiabate, wenn auch nur in einer der Ebenen [...] oder p, T, durch eine Polytrope dargestellt werden, so muß [die] rechte Seite von Gl. (16 a) oder (16 b) bei beliebigen Werten v[on p] und T, also auch für $p = 0$, konstant sein. Damit erhält man [die] erste Forderung

$$\varphi(T) = A R C \quad \ldots \ldots$$

Ferner erhält man auch Gl. (16 b) mit (A):

$$\frac{p \, d T}{T \, d p} = \frac{A R + A \left[l_1 a_1 \frac{p^{n_1 + 1}}{T^{l_1 + 1}} + l_2 a_2 \frac{p^{n_2 + 1}}{T^{l_2 + 1}} + \ldots\right]}{A R C + A \left[l_1 a_1 \frac{l_1 + 1}{n_1 + 1} \frac{p^{n_1 + 1}}{T^{l_1 + 1}} + l_2 a_2 \frac{l_2 + 1}{n_2 + 1} \frac{p^{n_2 + 1}}{T^{l_2 + 1}} + \ldots\right]}$$

ein Ausdruck, der nur dann konstant wird, wenn die zw[eite] Forderung, nämlich

$$\frac{l_1 + 1}{n_1 + 1} = \frac{l_2 + 1}{n_2 + 1} = \ldots = C \quad \ldots \ldots$$

erfüllt wird, worin C dieselbe Konstante wie in Gl. (A) bede[utet]. Daraus folgt

$$\frac{p \, d T}{T \, d p} = \frac{1}{C}$$

oder

$$p T^{-C} = \text{konst}.$$

Um die Bedingung 3 zu erfüllen, mußte $\varphi(T)$ gleich [der] spezifischen Wärme des Wasserdampfes im Gaszustand s[ein]; diese ist aber nicht konstant, was auch die Münchener Vers[uche] zeigen. So findet E i c h e l b e r g[3])

$$c_p = 0{,}345 + 0{,}000197 \, T + \frac{5500}{T^2} + \left[\frac{3{,}2 \cdot 10^4 p}{T^4} + \ldots\right] \quad . \text{ (13 Eich[elberg])}$$

Aus Angaben von K n o b l a u c h[4]) erhält man über 100 °C

$$c_p = 0{,}3391 + 0{,}000\,197 \, T + \frac{7{,}53 \, (T - 280)}{(T - 256{,}4) \, (T - 241{,}8)} + \left[\frac{4{,}1 \, p}{(T - 241{,}58)^2} + \ldots\right] \quad \ldots \text{ (13a Kn[oblauch])}$$

und unter 100 °C

$$c_p = 0{,}4575 + \left[\frac{4{,}1 \, p}{(T - 241{,}58)^2} + \ldots\right] \quad . \text{ (13b Kn[oblauch])}$$

Gl. (A) wird also nicht erfüllt; das besagt, daß die Adia[bate] des überhitzten Dampfes jedenfalls über 100 °C **d u r c h k e[ine] P o l y t r o p e d a r g e s t e l l t w e r d e n k a n n.**

---

1) Der Einfachheit wegen werden die Zeiger der Größen a_k, l_k, n_k unter dem Zeichen Σ fortgelassen.

2) Für halbideale Gase ist $\psi(T) = \frac{\zeta}{k-1}$; also $\chi(T) = \frac{\zeta T}{k-1}$.

3) Forschungsarbeiten Heft 220.

4) Tabellen und Diagramme für Wasserdampf.

Ein weiterer Beweis dafür ist folgender: Die aus unmittel-[bar]en und mittelbaren Versuchen berechneten Zustandsgleichungen [vo]n Callendar, Knoblauch, Eichelberg usw. gelten selbstverständ-[lic]h nur in gewissen Grenzen, ungefähr bis 20 bis 30 at, und [kö]nnen wahrscheinlich auch bis 60 bis 70 at extrapoliert werden. [De]r Bereich dieser Formeln genügt somit für praktische Zwecke, [au]ch wenn man die neueren Dampfanlagen für 60 bis 70 at [Ar]beitsdruck in Betracht zieht. Bei höheren Drücken bis zum [kri]tischen versagen diese Formeln und sollen durch die von [Waa]ls

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = R\,T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

[er]setzt werden.

Aus dieser Gleichung mit der bekannten Beziehung

$$\left(\frac{d\,c_v}{d\,v}\right)_T = A\,T\left(\frac{d^2 p}{d\,T^2}\right)_v \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

[fin]det man, da

$$\left(\frac{d\,p}{d\,T}\right)_v = \frac{R}{v - b} \text{ und } \left(\frac{d^2 p}{d\,T^2}\right)_v = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18a),$$

[da]ß die spezifische Wärme bei konstantem Volumen nur eine [Fu]nktion der Temperatur ist,

$$c_v = \frac{a}{m}(1 + \zeta\,T) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19);$$

[wob]ei wird angenommen, daß c_v denselben Wert wie bei den [hal]bidealen Gasen hat.

Aus Gl. (5a) findet man mit Gl. (18a) und (19):

$$\frac{\frac{a}{m}(1 + \zeta\,T)}{T}\,d\,T + A\,R\,\frac{d\,v}{v - b} = 0,$$

$$\frac{d\,T}{T} + \zeta\,d\,T + \frac{A\,R\,m}{a}\,\frac{d\,(v - b)}{v - b} = 0,$$

$$\ln T + \zeta\,T + (k - 1)\ln(v - b) = 0$$

$$T\,e^{\zeta\,T}(v - b)^{k-1} = \text{konst.}$$

Die Projektion der Adiabate des überhitzten Dampfes auf [di]e T, v-Ebene hat im oberen Gebiet (d. h. in der Nähe des [kriti]schen Punktes) dieselbe Gestalt, wie die Adiabate der halb-[idea]len Gase; diese ist aber keine Polytrope. Ist auch $\zeta = 0$, so [fol]gt aus $T(v - b)^{k-1} = \text{konst}$ und Gl. (17), daß die Adiabate in [de]r T, p-Projektion keine Polytrope ist.

Callendars Gleichungen.

In einer früheren Arbeit[1]) habe ich die praktische Bedeutung [d]ieser Gleichungen gewürdigt. Callendar setzt voraus, es sei [er]fahrungsgemäß festgestellt, daß die adiabatische Zustandsände-[ru]ng des Dampfes einer Polytrope

$$p\,T^{-{}^{13}/_3} = \text{konst} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

[ent]spreche. Durch Einsetzen von $C = \frac{13}{3}$ gehen deshalb die [obig]en Bedingungen (A) und (B) über in

$$\varphi(T) = \frac{13}{3}\,A\,R = 0{,}477,$$

$$\frac{l_1 + 1}{n_1 + 1} = \frac{l_2 + 1}{n_2 + 1} = \cdots C = \frac{13}{3}.$$

[D]ementsprechend folgt aus Gl. (13), (14) und (11)

$$c_p = 0{,}477 + \frac{13}{3}\,A \sum a_k \left(\frac{13}{3} - \frac{1}{n_k + 1}\right)\left(\frac{p}{T^{13/3}}\right)^{n_k + 1},$$

$$I = k + 0{,}477\,T - \frac{13}{3}\,A \sum a_k\,\frac{1}{T}\left(\frac{p}{T^{13/3}}\right)^{n_k + 1},$$

$$v - v' = \frac{R\,T}{p} - \frac{T}{p} \sum a_k \left(\frac{p}{T^{13/3}}\right)^{n_k + 1}.$$

Callendar begnügt sich nur mit einem Glied der Summe und $n_k = 0$. Er erhält dann

$$c_p = 0{,}477 + \frac{13}{3}\,A\left(\frac{13}{3} - 1\right) a_1\,\frac{p}{T^{13/3}}$$

$$I = k + 0{,}477 - \frac{13}{3}\,A\,a_1\,\frac{p}{T^{13/3 - 1}}$$

$$v - v' = \frac{R\,T}{p} - a_1\,\frac{1}{T^{10/3}}.$$

Mit $a_1 = 0{,}075 \cdot 273^{10/3}$, konst $= 464$

und den Bezeichnungen nach Mollier

$$\mathfrak{B} = 0{,}075\left(\frac{273}{T}\right)^{10/3}; \quad \sigma = \frac{10\,000}{427}\,\frac{10}{3}\,\frac{\mathfrak{B}}{T}$$

erhält man die bekannte Callendar-Molliersche Formel

$$c_p = 0{,}477 + \frac{13}{3}\,\sigma\,p_{at} \quad . \quad . \quad . \quad (13 \text{ Moll.-Call.})$$

$$I = 464 + 0{,}477\,T - 101{,}5\,p_{at}\,\mathfrak{B} \quad . \quad (14 \text{ Moll.-Call.})$$

$$v - v' = \frac{R\,T}{p} - \mathfrak{B} \quad . \quad . \quad . \quad (11 \text{ Moll.-Call.}).$$

Durch Eliminierung von $\mathfrak{B}$ aus (14 Moll.-Call.) und (11 Moll.-Call.) erhält man die vereinfachte Callendarsche Gleichung

$$\frac{I - 464}{101{,}5} = p\,(v - v') \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14a \text{ Call.}).$$

Prüft man nun Gl. (11-, 13-, 14-Moll.-Call.) auf Grund der Münchener Versuche, so stimmt die Zustandsgleichung (11 Moll.-Call.) mit den Versuchswerten einwandfrei, die Wärmegleichung (14 Moll.-Call.) stimmt, wie aus beifolgender Zahlentafel 1 zu ersehen ist, sehr gut mit den Werten von Eichelberg und Jakob[2]), während die Gleichung der spezifischen Wärme (13 Moll.-Call.) von den Münchener Versuchen abweicht.

Zahlentafel 1.

p (at)		1	2	4	6	10	12	16	20
t_s	(Eichelberg)	638,0	645,8	653,8	658,2	663,2	664,5	663,3	666,8
	(Jakob)	638,6	645,8	653,6	657,9	663,4	665,1	667,8	669,6
	(Callendar)	638,6	646,5	654,7	659,4	665,3	667,4	670,5	672,7
200°		685,8	684,3	682,6	680,4	675,4	672,5		
		684,4	684,5	682.6	680,3	675,9	673,3	—	—
		688,4	687,2	684,8	682,3	677,5	675,0		
300°		733,1	732,5	731,3	730,3	727,85	726,7	724,2	721,7
		733,7	732,3	731,3	730,3	728,1	727,0	725,3	723,5
		736,7	736,0	734,7	733,5	730,9	729,6	727,1	724,5
400°		780,9	780,5	779,8	772,1	777,7	777,0	775,6	774,15
		781,1	780,8	780,3	772,5	778,5	778,0	777,2	776,5
		784,6	784,2	783,5	783	781,2	780,5	779	777,5
500°		831,4	831,2	830,7	830,25	829,3	828,9	827,9	827,0
		831,9	830,8	830,6	830,0	829,6	829,4	829,2	829,1
		832,8	832,6	832,2	831,8	831,0	830,6	829,8	829

Daß auch verschiedene Formeln für die spezifische Wärme auf sehr nahe liegende Zustands- und Wärmeinhaltsgleichungen führen können, die fast dieselben Werte für p, v, T und I liefern, ist möglich, da auch große Abweichungen der spezifischen Wärme die Zustandsgleichung nur ganz wenig ändern. Das gilt insbesondere in der Nähe der Sättigungskurve, wo der unendlich große Wert der spezifischen Wärme im Naßdampfgebiet in einen endlichen Wert im Überhitzungsgebiet übergeht. Schüle meint, daß „die spezifische Wärme bei konstantem Druck an der Grenzkurve wegen unvermeidlichen Eintretens teilweiser Kondensation schwerlich direkt ermittelt wird“[3]). Die Münchener Versuche können deshalb, in der Nähe der Sättigungskurve, die Gültigkeit der Gl. (13 Call.-Moll.) nicht widerlegen, zumal diese Gleichung auch der nach den Münchener Versuchen festgestellten Gesetzmäßigkeit entspricht[4]), „daß c_p mit dem Druck zunimmt und mit wachsender Temperatur von der Sättigungstemperatur an zunächst abnimmt“.

Vergleicht man die I/S-Tafel von Knoblauch oder von Eichelberg[5]) mit der von Mollier, so sieht man, daß etwa auf 100° oberhalb der Sättigungskurve die Adiabaten zusammenfallen. Die Tafel von Mollier ist aber auf Grund der Callendarschen Gleichungen entworfen, und ihre Adiabaten sind Polytropen. Danach kann man die Adiabate des Wasserdampfes von Sättigung bis zu rd. 100° Überhitzung doch durch eine Polytrope darstellen; das steht aber mit den früheren Schlußfolgerungen nur scheinbar im Widerspruch.

Die Münchener Versuche haben nämlich gezeigt, daß c_p mit steigender Temperatur zunächst abnimmt, aber dann wieder zunimmt; das steht auch im Einklang mit den Versuchen über Gase; demnach ist $\varphi(T)$ eine mit der Temperatur wachsende Funktion. In der Callendarschen Gleichung ist aber $\varphi(T)$ konstant, was nicht zutreffen kann. Aus Bedingung (A) folgt also, daß man im weiteren Gebiet die Adiabate des Wasserdampfes nicht durch

[1]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 25.

[2]) Eichelberg, Forschungsarbeiten Heft 220, Zahlentaf. 3.
[3]) Technische Thermodynamik, 4. Aufl. Bd. II S. 66.
[4]) Z. Bd. 66 (1922) S. 419.
[5]) Stodola, Dampf- und Gasturbinen 5. Aufl.

eine Polytrope darstellen kann. Das ergibt sich auch, wenn man die I/S-Tafel von Mollier und Knoblauch in weiteren Temperaturgrenzen vergleicht.

Die Wasserdampfadiabate wird somit allgemein durch Gl. (15) dargestellt. In engen Temperaturgrenzen kann man diese Formel sehr genau durch eine Polytrope und bei kleinen Temperaturänderungen bis zu rd. 100° von der Sättigungskurve aus durch die Callendarsche Polytrope ersetzen.

Exponent der adiabatischen Kurve.

Zwischen zwei Punkten 1 und 2 der wirklichen Adiabate 1-2-3-4 kann man eine Polytrope mit dem Exponenten

$$n = \frac{\lg p_1 - \lg p_2}{\lg v_2 - \lg v_1},$$

ziehen; die Kurve 1a, 2b, 3c, 4, . . ., Abb. 4, besteht nur aus Polytropen und kann mehr oder weniger die Adiabate ersetzen.

Sehr häufig ersetzt man aber die Adiabate durch eine ganz andre Kurve, die nur durch einen Punkt der Adiabate geht und sich immer weiter von ihr entfernt. Es wird dazu als Exponent n_1 der adiabatischen Kurve im Zustand 1 (p_1, v_1, T_1) der Quotient aus Abszisse und Subtangente dieses Punktes, s. Gl. (8) und (9) gewählt.

Abb. 4. Angenäherte Adiabate.

Es ist leicht einzusehen, daß eine Polytrope mit dem Exponenten n_1, die durch den Punkt 1 geht, die Adiabate in diesem Punkte berührt. Geht man vom Punkt 1, Abb. 5, der Polytrope n_1 zu einem andern Punkt 2 und von diesem längs der Polytrope n_2 bis Punkt 3 usw. über, so weicht jeder weitere Punkt 2, 3 . . . stärker von der Adiabate ab.

Aus Gl. (8) und (9) kann man auch nach Abb. 6 die Subtangente $a_1 b_1$ im Punkt I bestimmen und damit die Tangente b_1 I zeichnen, auf dieser einen benachbarten Punkt II wählen und wieder für diesen die Subtangente $a_2 b_2$ bestimmen, die Tangente b_2 II führen usw. Man erhält dann eine Kurve I-II-III . . ., die ebenso wie die frühere die Adiabate ersetzt, aber links von ihr verläuft. Eine Kurve, die zwischen 1-2-3 . . . und I-II-III . . . verläuft, wird wahrscheinlich sehr nahe an der Adiabate liegen. Es ist fraglich, ob sich ein solches Verfahren lohnt, wenn die Gleichung der Adiabate so einfach ist. Vorteilhafter scheint jedenfalls, nicht vom Exponenten der adiabatischen Kurve für einen Zustand, sondern vom Exponenten der Polytrope zu sprechen, die durch zwei Punkte der Adiabate geht; denn der Begriff des Exponenten der adiabatischen Kurve wird so weiter verbreitet und führt zu ungenauen Ergebnissen. So gibt es z. B.[1]) eine Formel

$$k_\varrho = k_\tau \frac{c_p}{c_v},$$

worin k_ϱ als Exponent der adiabatischen Kurve und k_τ als Exponent der isothermischen Kurve bezeichnet werden; für halbidea[le] Gase ($k_\tau = 1$) ergibt diese Formel $k_\varrho = \frac{c_p}{c_v}$, was unmöglich ist. D[er] Fehler dieser Formel wird aus der Bemerkung zu Gl. (2) kl[ar].

[1]) „Forschungsarbeiten" Heft 220; auch Z. Bd. 66 (1922) S. 275, Bd. 68 (1924) S. 812.

Verbesserung der Callendarschen Gleichungen.

Obgleich die Callendarschen Gleichungen die Zustandsgleichu[ng] und den Wärmeinhalt für die Praxis genügend genau wiedergebe[n,] ist zu bedauern, daß die Gleichung für den Wärmeinhalt mit d[er] Theorie in Widerspruch steht, da sie für den Gaszustand in ha[lb]idealem Gebiet zu einer konstanten spezifischen Wärme führt.

Man kann aber diese Gleichung mit den Münchener V[er]suchen, mit den Versuchen über die spezifische Wärme halbidea[ler] Gase und mit der Theorie in Einklang bringen, wenn man v[on] der polytropischen Form der Adiabate absieht und $\varphi(T)$ als v[on] der Temperatur abhängig annimmt.

Mit Gl. (11 Moll.-Call.) erhält man aus Gl. (14)

$$I = \int \varphi(T)\, \mathrm{d}\,T - 101{,}5\, p_{at}\, \mathfrak{B},$$

woraus durch Differenzieren nach T bei unveränderlichem p

$$c_p = \varphi(T) + \frac{13}{3} \sigma p.$$

Setzt man im Einklang mit den Angaben über halbide[ale] Gase

$$\varphi(T) = \frac{a}{m}(k + \zeta T) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; ($$

so erhält man die verbesserte Formel für die spezifische Wär[me] bei konstantem Druck

$$c_p = \frac{a}{m}(k + \zeta T) + \frac{13}{3} \sigma p \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; ($$

worin

$a = 4{,}67$ die spezifische Molekularwärme bei konstantem [Vo]lumen im Idealzustand,

$m = 18$ das Molekulargewicht des Wasserdampfes,

$k = 1{,}42$ das Verhältnis der spezifischen Wärmen bei k[on]stantem Druck und konstantem Volumen im Idealgas[zu]stand,

$\zeta = 3{,}2 \cdot 225 \cdot 10^{-6}$ den Temperaturbeiwert der spezifisch[en] Wärme

bedeutet[2]). Mit diesen Werten erhält man aus Gl. (22) für $p =$ [0]

$$(c_p)_0 = 0{,}419 + 0{,}000\,187\, t,$$

war ausgezeichnet mit der Formel von Davis[3])

$$(c_p)_0 = 0{,}417 + 0{,}000\,204\, t$$

übereinstimmt. Außerdem entspricht Gl. (22) auch der letz[ten] Bedingung der Münchener Versuche, da c_p zuerst ab- und da[nn] zunimmt.

Indem man Gl. (22) mit d T multipliziert und integriert, [wo]bei der Druck p als unveränderlich angesehen wird, erhält m[an] die verbesserte Formel für den Wärmeinhalt bei konstantem Dr[uck]

$$I = 492 + \frac{a\,k}{m} T + \frac{a}{m} \zeta \frac{T^2}{2} - 101{,}5\, p\, \mathfrak{B} \quad . \; . \; . \; . \; ($$

Die Bedeutung dieser Formel liegt darin, daß sie in [der] Form der Gleichung für den Wärmeinhalt der halbidealen G[ase]

[2]) Graphische Thermodynamik S. 57.
[3]) Z. Bd. 68 (1924) S. 734.

Abb. 5. Falsche Adiabate (1—2—3—4), entworfen nach den Exponenten der adiabatischen Kurven.

Abb. 6. Falsche Adiabate (I—II—III . . .), entworfen nach den Tangentenrichtungen.

iz ähnlich ist und in diese bei $p=0$ und $T=\infty$ übergeht, ier, daß sie die richtigen c-Werte für die spezifische Wärme konstantem Druck ergibt.

Mit den früheren Bezeichnungen und mit Gl. (11 Moll.-Call.) ält man aus Gl. (15)

$$\frac{T^C e^{\vartheta T}}{p\, e^{m A R \frac{m p \sigma}{}}} = \text{konst}$$

r nach Gl. (21) mit

$$C=\frac{k}{k-1},\ \chi(T)=\frac{\zeta T}{k-1}$$

(angenommen) $\qquad m A R = 2,$

$$\frac{T e^{\frac{\zeta}{k} T}}{\left[p\, e^{\frac{m}{2}\sigma p}\right]^{\frac{k-1}{k}}} = \text{konst} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (24).$$

Diese allgemeine Form der Adiabate der überhten Dämpfe geht für den Gaszustand (weil σ bei sehr kleinen icken oder sehr hohen Temperaturen verschwindet) über in

$$\frac{T e^{\frac{\zeta}{k} T}}{p^{\frac{k-1}{k}}} = \text{konst}^{1)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25).$$

σp ändert sich überhaupt sehr wenig; nach Callendar seine Änderung sogar null; man kann deshalb allgemein (25) für die Wasserdampfadiabate benutzen. Daß man damit dieselben Werte wie aus den Münchener Versuchen erhält, eist Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2.

Anfangspunkt		Endpunkt der Adiabate			
t_1 °C	p_1 at	t_2 °C	Eichelberg[1] at	p_2 nach Callendar[2] at	Seiliger at
50	0,04	450	1,225	1,32	1,2
.00	1	450	17	17,6	17,3
30	28	310	53	53,0	52,8

[1] Stodola, Dampfturbinen 5. Aufl. 1922.
[2] Mollier, Neue Dampftabellen.

Zahlentafel 2 zeigt, wie zu erwarten war, daß die angeerte Gl. (25) der richtigen Adiabate näher als die Callendare Polytrope steht. Will man Gl. (25) durch eine Polytrope $T p^{1-n}=$ konst ersetzen, welche durch die den Temperaturen T_1 und T_2 entsprechenden Punkte der wirklichen Adiabate geht, st

$$n=\frac{k(\ln T_2-\ln T_1)+\zeta(T_2-T_1)^{2)}}{\ln T_2-\ln T_1+\zeta(T_2-T_1)}.$$

In der Nähe der Sättigungskurve zwischen $t_2=150$ und $t_1=50$ ist $n\sim 1{,}3$, man erhält also wieder die Callendarsche Form $p^{-13/3}=$ konst. Für andre Temperaturgrenzen erhält aber der Exponent dieser Polytrope andre Werte:

Zahlentafel 3.

	300 bis 400°	400 bis 500°	500 bis 600°	600 bis 700°
ps.	1,33	1,31	1,3	1,28

[1] Z. Bd. 66 (1922) S. 9.
[2] Vergl. Nomogramme, Abb. 1.

Nach der Definition der Entropie ist

$$dE = c_p \frac{dT}{T} - A\left(\frac{dv}{dT}\right)_p dp \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (26).$$

Aus Gl. (11 Moll.-Call.) folgt

$$\left(\frac{dv}{dT}\right)_p dp = R\frac{dp}{p} - \frac{d\mathfrak{B}}{dT}dp$$

und, da

$$\frac{d\mathfrak{B}}{dT} = -\frac{\sigma}{A} \text{ und } d\sigma = -\frac{13}{3}\frac{\sigma}{T}dT,$$

so erhält man aus Gl. (26) und (22)

$$dE = \frac{a\,k}{m}\frac{dT}{T} + \frac{a}{m}\zeta\, dT - AR\frac{dp}{p} - p\,d\sigma - \sigma\,dp \quad . \quad (27)$$

oder

$$E = \frac{a}{m}k\ln T + \frac{a}{m}\zeta\, T - \frac{a}{m}(k-1)\ln p - \sigma p + \text{konst} \quad (28).$$

Mit

$$T e^{\frac{\zeta}{k}T} = T'$$

erhält man schließlich

$$E_d = \frac{a}{m}\ln\left[T'^k p^{1-k}\right] - \sigma p + \text{konst} \quad . \quad . \quad . \quad (29).$$

Ganz ähnlich ist für Gase

$$E_g = \frac{a}{m}\ln\left[T'^k p^{1-k}\right] + \text{konst} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (30).$$

Für die adiabatische Zustandsänderung des Wasserdampfes ist σp fast konstant, so daß man auch Gl. (30) benutzen kann.

Auch Gl. (23) läßt sich in der Art wie die Callendarsche verkürzen. Mit Gl. (11 Moll.-Call.) erhält man:

$$I = 492 - \frac{T}{18}(2-0{,}0017\,T) + 101{,}5\,p\,(v-v') \quad . \quad . \quad (23a).$$

In Zahlentafel 4 sind die Werte für das mittlere Glied der rechten Seite für verschiedene Werte von T angegeben; man sieht, daß dieser Wert im Mittel mit einem Fehler von ± 1 vH mit 28 angenommen werden kann. Damit ergibt Gl. (23a) wieder

$$\frac{I-464}{101{,}5} = p\,(v-v') \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23b).$$

Zahlentafel 4.

$T=$	300	400	500	600	700
$\frac{T}{18}(2-0{,}0017\,T)=$	25	29	32	32	32

Um die verbesserte Gl. (23) oder, was dasselbe ist, die angenäherte Gleichung des Wärmeinhalts an der Sättigungsgrenze zu untersuchen, kann man die früher vorgeschlagenen Formeln der Sättigungskurve[3]) verwenden:

$p^{15/16}(v-v') = 1{,}7235$ für p bis 16 at,
$p\,(v-v') = 2{,}049$ „ „ von 16 „ 30 „
$p^{16/15}(v-v') = 2{,}545$ „ „ „ 30 „ 60 „

Hieraus und mit Gl. (23b) ergibt sich für den Wärmeinhalt im Sättigungszustand:

$I_s = 464 + 175\,p^{1/16}$ kcal/kg für p bis 16 at,
$I_s = 672$ „ „ „ von 16 „ 30 „
$I_s = 464 + 258\,p^{-1/16}$ „ „ „ „ 30 „ 60 „

[3]) Z. Bd. 68 (1924) S. 27.

Abb. 7.
Wärmeinhalt des Sattdampfes in logarithmischen Koordinaten.

Abb. 8. Wärmeinhalt des Dampfes im Sättigungsgebiet (s. a. Z. Bd. 68 (1924) S. 1016).

Abb. 7 stellt die Änderung von I_s mit p in logarithmischen Koordinaten dar. Zuerst steigt I_s sehr rasch bis $p = 16$ at, bleibt dann unveränderlich bis $p = 32$ at und fällt dann sehr langsam, was sehr gut mit den Angaben von Knoblauch übereinstimmt, vergl. Abb. 8.

Zusammenfassung.

Die Callendarschen Formeln müssen, damit sie mit den Münchener Versuchen und überhaupt mit den Versuchen über Gase bei hohen Temperaturen in Einklang gebracht werden können, in der nachstehenden Form umgeschrieben werden:

$$v - v' = \frac{R\,T}{p} - \mathfrak{B} \quad . \; . \quad (11 \text{ Moll.-Call.}),$$

$$I = 492 + \frac{a}{m} k\,T + \frac{a}{m} \zeta \frac{T^2}{2} - 101{,}5\, p\, \mathfrak{B} \quad (14 \text{ Call.-Seil.}),$$

angenähert

$$\frac{I - 464}{101.5} = p\,(v - v')$$

und

$$c_p = \frac{a\,k}{m} + \frac{a}{m} \zeta\, T + \frac{13}{3} \sigma p \quad . \; . \quad (13 \text{ Call.-Seil.}),$$

$$\frac{T\, e^{k}\,\zeta^{T}}{\left[p\, e^{\frac{m}{2} \sigma p}\right]^{\frac{k-1}{k}}} = \text{konst (Adiabate)} \quad . \; . \; . \quad (24 \text{ Seil.})$$

oder angenähert

$$T^k\, e^{\zeta T}\, p^{1-k} = \text{konst} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (25).$$

Diese Formeln zeigen eine Ähnlichkeit mit den Formeln f halbideale Gase, die in einer früheren Arbeit zusammengest sind, und zwar:

$$v = \frac{R\,T}{p} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad ($$

$$I = \text{konst} + \frac{a}{m} k\,T + \frac{a}{m} \zeta \frac{T^2}{2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad ($$

$$c_p = \frac{a\,k}{m} + \frac{a}{m} \zeta\, T \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad ($$

$$T^k\, e^{\zeta T}\, p^{1-k} = \text{konst} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad ($$

Es läßt sich zeigen, daß diese Ähnlichkeit noch weitergefü werden kann und daß für Gemische aus y kg Wasserdampf u $(1 - y)$ kg neutralem Gas folgende Formeln gelten:

a) für den Zustand

$$v - y \frac{p_d}{p} v' = \frac{R\,T}{p} - y \frac{p_d}{p} \mathfrak{B} \quad . \; . \; . \; . \; .$$

b) für den Wärmeinhalt bei konstantem Druck

$$I = 490\, y + \frac{a}{m} k\,T + \frac{a}{m} \zeta \frac{T^2}{2} - 101{,}5\, y\, p_d\, \mathfrak{B} \; . \; . \; . \; ($$

worin p_d den Teildruck des Wasserdampfes bedeutet.

Besteht das Gemisch nur aus Wasserdampf, dann ist $y =$ und $p_d = p$, und die Formeln gehen über in Gl. (11 Moll.-Ca und (14 Call.-Seil.) Besteht das Gemisch nur aus Gas, dann s $y = 0$, $p_d = 0$ und ergeben Gl. (32) und (33). [B 766

Anton Flettners Erfindungen.

Flettner hat zunächst im Großflugzeugbau bedeutende Erfolge mit einer Ruderanlage erzielt, wobei eine größere, freibewegliche Steuerfläche durch eine kleinere so leicht und einwandfrei von Hand aus gesteuert werden kann, daß die Verwendung des strombetätigten Flettnerruders schließlich für alle deutschen Großflugzeuge während des Krieges vorgeschrieben wurde.

Als Deutschland im Friedensdiktat der Bau von Großflugzeugen untersagt wurde, ging Flettner dazu über, den gleichen Gedanken auch für Schiffe auszunutzen und damit ein Ruder zu schaffen, das ohne Rudermaschine betrieben werden kann. Zunächst wurde das sogenannte Einflächenruder ausgebildet, wobei eine große Ruderfläche durch eine bedeutend kleinere, an ihrem hinteren Ende angebrachte Fläche gesteuert wird[1]).

Später hat Flettner auch noch ein Dreiflächenruder konstruiert, das ebenso wie das Einflächenruder schon verschiedentlich eingebaut worden ist.

Nach Angabe von Prof. Dr.-Ing. Horn[2]), Hamburg, hat sich das Flettnerruder im allgemeinen auf See vorzüglich bewährt. Mit dem Einflächenruder lassen sich allerdings nicht so kleine Ruderdrehkreise erreichen wie mit dem gewöhnlichen Ruder. In dieser Hinsicht ist das Dreiflächenruder vorzuziehen. Dieses Ruder hat außerdem noch den Vorteil, daß es nicht austaucht, wenn das Schiff nur wenig belastet ist (Ballastfahrt).

Es ist darauf zu achten, daß das Flettnerruder am Hinterschiff geeignete Strömungsverhältnisse vorfindet. Da es im Schraubenstrahl anzubringen ist, sind für Zweischraubenschiffe zwei Ruder erforderlich. Über das Verhalten des Flettnerruders in Kanälen und bei Begegnungen mit andern Schiffen, wobei besondere Strömungen entstehen, dürften die Erfahrungen noch nicht abgeschlossen sein.

Die neueste Erfindung, mit der Flettner die Welt überrascht hat, ist sein Walzensegel, bei dem ebenfalls eine Strömungserscheinung ausgenutzt wird. Wir haben schon auf S. 1218 auf den Vorgang hingewiesen, wozu noch folgendes zu bemerken ist: Flettner ging bei der Absicht, die Ausnutzung des Windes durch Segelschiffe und die Bedienung der Segel zu verbessern, zunächst ebenfalls vom Grundgedanken seines Ruders aus. Flächen mit stromlinienförmigem Querschnitt sollten an einem Mast leicht drehbar aufgehängt und durch eine nach beiden Seiten verstellbare Schwanzfläche der jeweiligen Wind- und Fahrtrichtung entsprechend verstellt werden.

Versuche der Göttinger Aerodynamischen Versuchsanstalt ließen erkennen, daß mit solchen formfesten Segeln oder Profilen eine Mehrleistung von 50 bis 60 vH erreichbar sein dürfte. Hierbei wurden verschiedene Anordnungen der formfesten Segel untersucht. Außerdem wurde ein Boot bei der Germaniawerft in Kiel für die Untersuchung im großen gebaut und erprobt.

Hiernach kam Flettner auf den Gedanken, durch künstlich erzeugte Zirkulation an geeigneten Flächen die Steuerung des Schiffes zu bewerkstelligen, also die verstellbare Schwanzfläche aufzugeben. Dabei wurde sein Augenmerk auf die Arbeiten von Magnus, Föttinger, Lord Rayleigh, Lafay, Betz und Ackeret gelenkt, die das Verhalten von umlaufenden Zylindern und Kugeln (Tennisbällen) in einem Seitenwind erforscht haben, wobei eine Querkraft entsteht, die im allgemeinen senkrecht zum Seitenwind gerichtet ist. Magnus hat den Vorgang bei Geschossen untersucht, bei denen eine Querkraft entsteht, wenn das durch den Drall des Laufes in Drehung versetzte Geschoß beim Abweichen von der Tangente der Flugbahn einen Seitenwind fährt (Magnuseffekt)[3]). Föttinger hat die gleiche Erscheinung in se bekannten Arbeit: „Neue Grundlagen für die Behandlung des Propel problems"[4]) behandelt und in diesen Tagen der Schiffbautechnisc Gesellschaft einen Versuch vorgeführt, der die Wirkungsweise Magnueffektes klar erkennen läßt: Ein Zylinder wird an einem Fa aufgehängt und vom Faden aus in schnelle Drehung versetzt. Z man nun den umlaufenden Zylinder zur Seite, so schlägt er senkr zur Schwingungsebene infolge der Querkraft aus.

Technisch wichtig ist die Frage nach der Größe der Querkraft, die Walze erfährt. Sie läßt sich rechnerisch beantworten. Zu merken ist jedoch, daß Versuche ergeben haben, daß Scheiben an Walzenenden einen auffallend großen Einfluß auf die Größe der Q kraft ausüben. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Querkraft e achtmal größer ist als bei Tragflügeln und etwa zehnmal größer als Segeln, bezogen auf die Flächeneinheit (beim Zylinder ist die Fläc projektion sinngemäß zu vergleichen). Die Kunde von der praktisc Verwendung des Magnuseffektes durch Flettner bei dem umgebau Dreimasttopsegelschoner „Buckau" hat in diesen Tagen die W durcheilt, und man steht nun vor der Frage, ob dieser Vers eine Umwälzung in der Schiffahrt hervorrufen kann. An und sich ist der Schiffbauer gegen Neuerungen sehr skeptisch, weil im Betriebe trotz aller augenscheinlichen Vorzüge leicht auch Mä ergeben. Da ist zunächst die Frage, wie sich das Walzensegelschiff Sturm verhalten wird. Das gewöhnliche Segelschiff refft dann seine S und wartet den Sturm ab. Das Flettnerschiff kann seine Walzen nicht ziehen. Wie ist nun sein Verhalten? Man hat aus Modellversuchen funden, daß das Verhältnis der Umlaufgeschwindigkeit u zur W geschwindigkeit v für die Größe der Querkraft ausschlaggebend ist. $u : v = 3$ bis 4 ist die Querkraft am größten. Steigt die Windgeschwin keit bei u = konst, so nimmt die Querkraft für $u : v > 4$ nicht mehr Der Druck, den der Wind auf die nichtumlaufenden Walzen ausübt, trägt nach Modellversuchen etwa ⅓ des reinen Takelagewiderstan für Walzen mit einer projizierten Fläche gleich dem zehnten Teil Segelfläche. Wenn also die Walzen bei einem Orkan nicht ge durch überkommende Seen zerschlagen werden, so hat das Flettners bei schwerem Wetter nichts zu befürchten.

Eine zweite Frage ist, ob die Überlegenheit der Walzen über Segel auch wirklich in der Praxis voll ausgenutzt werden kann. Neh wir an, daß sich der spezifische Antrieb, bezogen auf die projizi Fläche, bei Segeln und Walzen wie 1 : 10 verhält, so braucht Flet für ein dem Segelschiff gleichwertiges Walzenschiff eine projizierte Fl vom zehnten Teil der Segelfläche. Welche Walzen vermag nun ü haupt ein Schiff zu tragen? Die Takelage der „Buckau" vor Umbau wog 35 t, denen ein Gewicht der Walzen und der diese stüt den inneren Pivots von nur 7 t gegenübersteht. Das Gewicht der triebmaschine der Walzen ist belanglos. Gewichts- und Stabilitätsfr dürften hiernach nicht gegen die Verwendung der Walzen sprechen, schon Raumfragen, da der Platz an Deck schon an und für sich d Winden und Boote sehr beengt ist.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß für den Antrieb der Wa eine kleine Maschinenanlage erforderlich ist. Wird das Walzenschiff Hilfsmotor ausgerüstet, so spielt diese Maschinenanlage keine R Ob das Walzenschiff als Segler mit Hilfsmotor eine Zukunft hat welche die Schiffsgrößen sind, die sich auf diesem Wege mit beacht wertem wirtschaftlichen Vorteil antreiben lassen, das muß die Zuk lehren. [N 9

[1]) Z. Bd. 66 (1922) S. 976 und Bd. 67 (1923) S. 423.
[2]) „Werft-Reederei-Hafen" Bd. 4 (1923) S. 343.
[3]) Z. Bd. 60 (1916) S. 733, Bd. 61 (1917) S. 667.
[4]) Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1918 S. 426.

Ein neuer Beleuchtungsmesser mit Schattenmeßeinrichtung.

Von Walter Bechstein, Berlin.

Optischer und mechanischer Aufbau und Wirkungsweise des neuen Lichtmeßgerätes, eines Beleuchtungs- und Schattenmessers, der, leicht und handlich ausgeführt, insbesondere für Messungen außerhalb des Laboratoriums in beliebigen Räumen und im Freien bestimmt ist. Eichung des Gerätes. Grundformeln nebst Erläuterungen für die Benutzung als Schattenmesser.

Das neue von der Firma Franz Schmidt & Haensch, Berlin, hergestellte Meßgerät ist ein Photometer, das einen Beleuchtungsmesser (Luxmeter)[1]) und einen Beschattungs-er[2]) in sich vereinigt. Besonderer Wert ist bei seinem Entwurf bei der Ausführung auf genügende Genauigkeit, bequeme Hand-ng und leichte Transportmöglichkeit gelegt worden. Sein Ge- beträgt 1,9 kg, seine Abmessungen in geschlossenem Zu-e 23 × 17,5 × 7 cm. Der Beleuchtungstechniker vermag mit neuen Meßgerät die verschiedenartigsten meßtechnischen Auf- durchzuführen; z. B. sind in leichtester Weise zu messen: Beleuchtungsstärken auf Schul- und Arbeitsplätzen, Senk- beleuchtungen in Ausstellungsräumen und auf Bildwerfer-men, Wagerecht- und Senkrechtbeleuchtungen auf Straßen, feldern usw.

Mit Hilfe des Luxmeters und seiner Verbindung mit der ansetzbaren Schattenwerfeinrichtung lassen sich Aufgaben erfeinerten Beleuchtungskunde lösen, die bisher zum Teil un-r waren, unter anderm z. B. die Analyse der Beleuchtung, die Bestimmung des Anteils an der Beleuchtung jeder ein-a (primären) oder sekundären Lichtquelle (Decken, Wände , die Wertbestimmung der sogenannten unmittelbaren, halb baren und ganz mittelbaren Beleuchtung in bezug auf Schat-dung, Ungleichmäßigkeit und Wirkungsgrad[3]).

Der Beleuchtungsmesser

ach Entfernen des Deckels durch seitliches Herausziehen aus Scharnieren das Aussehen von Abbildung 1 und ist ohne res gebrauchfertig.

Das Gesichtsfeld G, Abb. 2, zum Einstellen auf gleiche keit wird durch eine runde Blende gebildet; die eine , $G\,II$, ist mit einem diffus reflektierenden Schirm a (Ost-chen Grauleiter), dem photometrischen Auffangschirm, egt. Die durch die Mitte des Gesichtsfeldes gehende, scharf- geschnittene Kante des Schirmes teilt das Gesichtsfeld in gleich große Hälften, von denen die eine $G\,II$ unter der Ein-ng des auf sie treffenden Lichtstromes in einer Helligkeit eint, die verhältnisgleich der auf der Fläche (Schirm) herr-den Beleuchtung ist. Die zweite Hälfte $G\,I$, die Vergleich- erhält ihr Licht von einer innerhalb des Gerätes angeord- Milchglasplatte m in Abb. 2, die für $G\,I$ äquivalente tfläche ist und von einer elektrischen Glühlampe v von gleich-nder Lichtstärke beleuchtet wird. Eine später zu beschrei- Schwächungsvorrichtung, die mittels des Kordelknopfes K, , betätigt wird, bewirkt die meßbare Schwächung des von der ampe ausgehenden, die Milchglasplatte m erhellenden Lichtes.

Der Beleuchtungsmesser wird wie alle optischen Photometer leichheit in bezug auf Helligkeit der beiden Gesichtsfeld- I und II eingestellt, wobei die Trennungslinie möglichst winden soll. Die Farbe des von der Milchglasplatte aus-den Lichtes ist so gewählt, daß sie ungefähr gleich ist der der Gesichtsfeldhälfte II, wenn diese ihre Beleuchtung von normalen und normal brennenden Metalldrahtlampe erhält. ringe Färbungsunterschiede bei anders gearteter, künstlicher htung muß der Beobachter sich gewöhnen, was erfahrungs- bald geschieht.

Die Ablesung erfolgt an einer Trommel S, die mit berech- nicht empirisch bestimmter Vomhundertteilung versehen ist, rgibt unmittelbar die Stärke der Beleuchtung in Lux, wenn rom der Glühlampe eine durch vorherige Eichung gefundene hat. So können zunächst Beleuchtungsstärken von 1 bis x gemessen werden[4]).

Zur Messung höherer Beleuchtungsstärken ist es nötig, den Schirm a mittels des Schiebers E gegen Schirme von ge-em diffusen Reflexionsvermögen auszutauschen. Vorgesehen in Ostwaldsches Grau, das 10 vH, und ein Grau, das 2 vH reflektiert. Im ersteren Falle sind die abgelesenen Werte , im zweiten Falle mit 50 zu multiplizieren.

Für das Gerät gilt allgemein $E = C\,S$, wobei E die Beleuchtungsstärke, S die Ablesung an der Trommel und C die jeweils in Betracht kommende Konstante sind. Für obige drei Meßbereiche ist $C = 1$, 10 oder 50.

Sollen geringere Beleuchtungsstärken als 1 Lux gemessen werden, so ist eine Blauglasplatte b hinter die Gesichtsfeldhälfte I zu schlagen und der Strom für die Lampe auf eine geringere, durch vorherige Eichung gefundene Stärke einzustellen. Die hierdurch bedingte Rotfärbung des Lichtes der Glühlampe wird durch das Blauglas aufgehoben. Der Meßbereich erstreckt sich auf diese Weise von 1 bis $^1/_{10}$ Lux und nötigenfalls bei nochmaliger Stromerniedrigung auf $^1/_{10}$ bis $^1/_{100}$ Lux. Im ganzen verfügt das Gerät über einen Meßbereich von $^1/_{100}$ bis 500 Lux.

RZ 560 Z 1

Abb. 1. Ansicht des Beleuchtungsmessers von Bechstein nach Entfernen des Deckels.

RZ 560 Z 2

Abb. 2. Schnitt durch den Beleuchtungsmesser.

Soll Tageslicht gemessen werden, ist auch für den Meßbereich über 1 Lux die Blauglasplatte b vorzuschlagen. Um die Konstanten wieder 1, 10, 50 werden zu lassen, wird der Lampe ein durch vorherige Eichung gefundener stärkerer Strom zugeführt. Die durch Eichung gefundenen Stromwerte können auf dem dazu bestimmten Notizblatt N vermerkt werden.

Die für die Beobachtung vorgeschriebene Blickrichtung ist gegeben, wenn eine auf der Milchglasplatte m befindliche Marke r, Abb. 2, im Gesichtsfeld so erscheint, wie in Abb. 3 dargestellt ist. Bei falscher Blickrichtung erscheint die Marke wegen der parallaktischen Verschiebung in unrichtigen Lagen, Abb. 4 und 5, oder garnicht, Abb. 6.

Das Gesichtsfeld G kann ein- oder zweiäugig beobachtet werden.

Die Vergleichslampe erhält den nötigen Strom von einer aus zwei parallel geschalteten, leicht austauschbaren normalen Taschenlampenbatterien bestehenden Stromquelle über einen Regulierwiderstand R und einen Strommesser, dessen Temperaturempfind-

[1]) Walter Bechstein, „Licht und Lampe", April 1923 Heft 9 (DRP. 109 u. DRGM. Nr. 839 745 u. 840 378.)
[2]) Dr. K. Norden, „Licht und Lampe", 1923 Heft 21 (DRGM. Nr. 855 669.)
[3]) Dr. L. Bloch, „Licht und Lampe", 1923 Heft 22.
[4]) Die Einheit 1 Lux ist die Beleuchtung, die vorhanden ist, wenn ein om von 1 Lumen auf 1 m² trifft oder wenn eine Fläche in 1 m Ent- von einer Lichtquelle mit 1 HK Lichtstärke beleuchtet wird; der Licht-t die von einer Lichtquelle in der Zeiteinheit ausgesandte Lichtmenge : Lumensekunde), der Teillichtstrom in nur einer Richtung die Licht-

lichkeit 1 vH innerhalb der Temperaturgrenzen von $-5°C$ bis $+20°C$ beträgt. Der Schalter *s*, Abb. 1, bewirkt beim Einschalten selbsttätig die Parallelschaltung, beim Ausschalten die Trennung der beiden Batterien. Er ist außerdem so eingerichtet, daß beim Schließen des Kastendeckels das vielleicht vergessene Ausschalten selbsttätig besorgt wird.

Für die Eichung und die Benutzung des Gerätes im Laboratorium wird statt der Elemente zweckmäßig ein Akkumulator für 4 V mittels der Klemmen k_1 und k_2 angeschlossen. Zur Einstellung in die wagerechte Ebene, in der nach Vorschrift normalerweise gemessen werden soll, dient eine kleine Dosenlibelle *L*.

richtige Blickrichtung

falsche Blickrichtung

RZ560Z3-6

Abb. 3 bis **6.** Stellung der Marke *r* (Abb. 2) im Gesichtsfeld.

RZ560Z7

Abb. 7. Zwischenwand mit abdeckbaren Öffnungen.

Die im Innern des Gerätes angeordnete Milchglasplatte *m* erhält, wie oben bereits gesagt, ihr Licht in meßbar veränderlicher Stärke von einer kleinen Glühlampe *v*, die leicht gegen eine andre ausgewechselt werden kann. Die beiden innen mattweiß ausgekleideten röhrenförmigen Kammern c_1 und c_2 sind durch eine Zwischenwand getrennt, worin eine gewisse Zahl, z. B. sechs scharfrandige Öffnungen genau gleicher Größe konzentrisch angeordnet sind, s. a. Abb. 7. Das Licht der in der Kammer c_1 befindlichen Vergleichlampe fällt teils auf die weißen Wände der Kammer c_1, teils durch die Öffnungen *ö* auf die weiße Verkleidung des Rohres der Kammer c_2. Die hierdurch gebildeten ellipsenförmigen Lichtflecke wirken als sekundäre Lichtquellen und rufen in der Kammer c_2 eine Beleuchtung hervor, von der auch die Milchglasplatte *m* getroffen wird. Außerdem erhält die Milchglasplatte Licht, das von den Wänden der Kammer c_1 diffus zurückgestrahlt wird und gleichfalls durch die Öffnungen *ö* gehen muß. Die Öffnungen *ö* wirken wie selbständige Lichtquellen. Die Wände *w* der Kammer c_1 sind deren äquivalente Leuchtflächen. Ein Teil des von den Wänden der Kammer c_1 durch die Öffnungen gestrahlten Lichtes trifft auch die Wände der Kammer c_2 und trägt auf diesem Umweg gleichfalls zur Beleuchtung der Milchglasplatte *m* bei. Hieraus geht hervor, daß der gesamte in die Kammer c_2 gelangende Lichtstrom durch die Öffnungen *ö* gehen muß und somit verhältnisgleich den Flächen dieser Öffnungen ist. Die Beleuchtung der Milchglasplatte ist dabei ausreichend gleichmäßig.

RZ560Z8

Abb. 8. Beleuchtungsmesser in Verbindung mit der Schattenmeßvorrichtung nach Dr. Norden.

Die meßbare Schwächung dieses Lichtstromes und somit der Helligkeit der Milchglasplatte *m* und weiter der Gesichtsfeldhälfte *G I* wird dadurch erhalten, daß eine mit kongruenten Öffnu versehene Platte *p* mittels eines Triebes *z* um die Achse der K mern gedreht wird, so daß, wie Abb. 7 zeigt, die Öffnungen m oder weniger geschlossen werden können. Die Verhältnisgr der Öffnungen können mittels der Vomhundertteilung auf Trommel *S* abgelesen werden, somit auch die relativen, und u oben genannten Voraussetzungen die absoluten Helligkeiten.

Der Zahntrieb wird mittels einer mit Kordelknopf *K*, Al und Reibscheibe *f*, Abb. 2, versehenen Hilfswelle bewegt. schläge verhindern ein Überdrehen. Toter Gang des Triebes durch Anwendung einer Feder *t* aufgehoben.

Nach den Grundsätzen von Lummer und Brodhun die Trennungslinie im Gesichtsfeld so fein sein, daß sie fürs vollständig verschwindet, und jede Hälfte des Gesichtsfeldes nur Licht von einer Lichtquelle bekommen. Dies gilt für Meßgerät mit einer kleinen Einschränkung, der als kleiner Ma nicht verschwiegen werden soll. Die Milchglasplatte *m* demzufolge nur Licht aus den Kammern c_1 und c_2 erha Innerhalb des in Abb. 2 gezeichneten Raumwinkels γ be jedoch die Möglichkeit, daß Licht aus der oberen Hemisp auf *m* gelangen kann. Dieser an und für sich kleine Raumw wird noch dadurch verkleinert, daß sich der Kopf des Beobac innerhalb von ihm befindet und somit beschattend wirkt. diese Beschattung aber auch für die Gesichtsfeldhälfte *G I* trifft, ist es wünschenswert, bei der Aufstellung des Photom auch aus diesem Grunde darauf zu achten, daß innerhalb Raumwinkels γ sich keine wesentlich zur Allgemeinbeleuch beitragende Lichtquelle befindet.

Zweckmäßig und am vorteilhaftesten ist es, wenn de leuchtungsmesser so aufgestellt wird, daß der Hauptlichtstrom links hinten, also über *R* in Abb. 1, auftrifft. Unter diesen ständen ist der genannte Mangel des Beleuchtungsmessers so wie belanglos. Die stark schräge Blickrichtung für die Beo tung wurde gewählt, um eine möglichst geringe Beschattung Auffangeschirmes durch den Beobachter zu erhalten.

Die Verbindung des Luxmeters mit der Schat werfeinrichtung.

Mittels des bisher beschriebenen Gerätes lassen sich nu leuchtungsmessungen nach der Formel

$$E = \sum \frac{J}{R^2} \cos i$$

vornehmen, wobei *E* die Beleuchtungsstärke in Lux, *J* die L stärken der Lichtquellen (primär und sekundär) in Hefnerke *R* den Abstand in m und *i* den Auffallwinkel bedeuten.

Die Aufgabe des Luxmeters in Verbindung mit der No schen Schattenwerfeinrichtung ist es nun, den Summenwert Beleuchtung zu zerlegen. Nach Vorschlag von Dr. Norden[1] eine Blende geeigneter Größe so zwischen eine für die Bel tung des Photometerschirmes (Gesichtsfeld *G*) wirksame L quelle J_1 und den Schirm gestellt, daß ein Kernschatten der Bl auf den Schirm fällt.

Damit man die Blende so einstellen kann, daß ihr K schatten sicher auf das Gesichtsfeld fällt, ist sie nach dem schlag von Dr. Bloch mit einer Linse versehen, die ein Bil Lichtquelle auf dem Schirm erzeugt. Nach der Einstellung die Linse mittels einer kleinen Klappe abgedeckt. Eine ein nach allen Seiten zu verstellende Bügeleinrichtung sichert de alle Stellungen der Blende gleich großen Abstand.

Mißt man nun einmal die Beleuchtung *E* ohne vorgeschl Blende, also die Summe aller Teilbeleuchtungen, ein anderm Beleuchtung E_c mit vorgeschlagener Blende, also die Summe Teilbeleuchtungen, vermindert um die Beleuchtung von der schirmten Lichtquelle, so ergibt sich die Beschattung *B* in Hu teilen zu

$$B = \frac{E - E_c}{E} \, 100,$$

oder mit andern Worten der gerichtete Anteil der Lichtque an der Beleuchtung usw. für jede andre Lichtquelle.

Man erhält den durch diffuse Zurückstrahlung an De Wänden, Möbeln usw. erhaltenen Anteil *D* an der Beleuchtu

$$D = 100 - \sum B,$$

also als Summe der Wirkungen aller sekundären (nicht Abschirmung gebrachten) Lichtquellen.

Abb. 8 zeigt den Beleuchtungsmesser in Verbindung m Schattenwerfeinrichtung in gebrauchfertigem Zustand. [B 5]

[1] Dr. K. Norden, „Licht und Lampe", 1923 Heft 21.

Verbesserung der Holztränkung durch Anstechverfahren.

Von Ing. Robert Nowotny, Wien.

Manche Holzarten lassen sich nur schwer durchtränken. Um sie für Tränkflüssigkeiten aufnahmefähiger zu machen, bringt man mit Anstechvorrichtungen Löcher oder Bohrungen in der am meisten gefährdeten Zone an. Anstechmaschinen von Haltenberger-Bedernich, Wolmann und Becker. Anstechmaschinen amerikanischer Bauart. Anstechvorrichtungen nach dem Kobraverfahren. Günstige Erfolge des Anstechens in der Praxis. Der Verlust an Holzfestigkeit durch das Anstechen ist gering.

Bei der Tränkung verhalten sich die verschiedenen Holzarten sehr abweichend voneinander. Es gelingt beispielsweise leicht, der Buche oder Kiefer größere Mengen von Tränk...igkeit einzuverleiben und diese in gleichmäßiger Verteilung ...fere Holzschichten einzudrücken; hingegen lassen sich Fich...und Tannen nur schwer durchtränken, es bedarf hohen ...kes und längerer Zeit, um diesen Hölzern die erforderlichen ...en des Tränkmittels zuzuführen, wobei aber die Flüssigkeit ... nur in den äußersten Schichten des Stammes verbleibt und ... gleichmäßige Verteilung zumeist nicht erreicht wird. Das ...atürlich ein Umstand, der die Herstellung verläßlich halt... Maste oder Schwellen aus diesen Holzarten recht nachteilig ...flußt. Nicht immer verfügt ein Land über solche Mengen ... tränkbarer Hölzer, die hinreichen würden, den außerordent... großen Bedarf an Leitungsmasten oder Bahnschwellen zu ...n; oft sind aber heimische Hölzer, die sich schwerer durch...en lassen, in genügender Menge vorhanden.

Bestrebungen, die schwer durchtränkbaren Hölzer zur Auf...e wirksamer Schutzflüssigkeiten geeigneter zu machen, ...en bis ins 18. Jahrhundert zurück; eine Reihe von Vor...gen, die im Laufe des 19. Jahrhunderts gemacht wurde, be... auf der Anbringung von Löchern in den äußeren Holzschich...urch Einstechen oder Bohren, um die Zuleitung der Flüssig...in die tiefer gelegenen Schichten zu erleichtern. Alle diese ...chläge haben weder in Europa noch in Nordamerika zu prak...en Erfolgen geführt.

Neu aufgegriffen wurde die Frage im Jahre 1908 von Ing. ...ecker in Wien. Dieser konstruierte ein kleines Hand... zum Anstechen von Masten, bei dem eine Anstichnadel, deren ...er längs des Stammes bewegt werden konnte, durch Hebel...k in das Rundholz eingedrückt wurde. Ein solches Gerät, ... 1 und 2, wurde bei der Holzimprägnierfirma Köpfer, Kunz ... in Wien benutzt.

Abb. 3 und 4. Schematische Darstellung der Anstechmaschine von Haltenberger.

Im Jahre 1910 konstruierten nach vielen Vorversuchen die ...nieure der ungarischen Staatstelegraphen-Verwaltung Hal...berger und Bedernich eine Maschine, mittels derer eine ... Zahl von Löchern in Fichten- oder Tannenstämmen rasch ...stochen werden konnte. Diese Anstechvorrichtung war der ...angspunkt für das neuerliche Studium der für die Holzträn... sehr wichtigen Frage; sie gab die Anregung zu einer ...en Reihe anderer Lochmaschinen. Der Gedanke liegt nahe, ...en schwer tränkbaren Hölzern nur die gefährlichste Zone, ...icht mehr als 30 bis 40 cm unter Erdoberfläche liegt, durch ...gehende Tränkung zu schützen; bei den Holzmasten soll dies ... Einstechen von Löchern in einen passend begrenzten Gürtel ...ußende ermöglicht werden.

Anstechmaschinen für Maste.

Die Anstechvorrichtung der Haltenbergerschen Ma...e, Abb. 3 und 4, besteht aus 40 nebeneinander angeordneten ...nadeln von 2 mm Dmr. und 20 bis 25 mm Länge, die über die ...breite Anstechzone gleichmäßig verteilt sind. Je vier solcher ...In sind in einem besonderen Schieber angeordnet, der unab...ig von den andern arbeitet, damit eine bessere Anpassung an ...lastoberfläche möglich ist. Die benachbarten Nadeln stehen ...mm von einander ab, im Schieber treten sie um je 10 mm zurück. Jede Bohrung ist daher in der Längsrichtung des Stammes 200 mm von der nächsten entfernt, 40 mm von den seitlich gelegenen; die Linien, auf denen die Bohrungen in der Längsrichtung liegen, stehen 10 mm von einander ab, Abb. 5. Bei der Anordnung der Löcher wurde das wesentlich verschiedene Vordringen von Flüssigkeiten in der axialen und der tangentialen Richtung des Holzes berücksichtigt. Alle Bohrnadeln drehen

Abb. 1 und **2**: Anstechgerät von A. Becker.

sich während des Anstiches sehr rasch um ihre Achse; für je vier zusammengehörige ist ein Antrieb vorhanden, der seine Bewegung von einer gemeinsamen Welle durch Kegelräder erhält. Diese Welle wird von einem Motor in Bewegung gesetzt. Zahnräder übertragen die Drehbewegung auf die zugehörigen Bohrnadeln. Der Holzmast ruht auf zwei Rollenpaaren und wird nach jedem Anstechen um 40 mm weitergedreht. Bei Beginn des Anstechens hört die Stangenbewegung von selbst auf. Mit dieser Maschine kann man eine Stange in etwa einer Minute in einer 2 m breiten Zone mit Löchern versehen.

Beim Arbeiten mit bloßen Anstechnadeln, wie sie bei den eben beschriebenen Vorrichtungen benutzt werden, ergeben sich öfter Schwierigkeiten, da die Nadeln heiß werden und sich verbiegen. Diese Erfahrung machte schon Becker bei seinem Handgerät. Das Eindringen des Anstechwerkzeuges wird außerordentlich erleichtert, wenn es als dünner Bohrer ausgebildet ist.

Bei der später von Wolmann[1]) angegebenen Stechmaschine kommen kleine Bohrer in Verwendung, die je nach Bedarf rechts- oder linksgängige Windungen haben. Zum Antrieb dient ein in der Mitte der Vorrichtung befindliches Zahnrad, von dem aus die zu beiden Seiten stehenden Bohrer mittels ineinandergreifender Zahnräder in Umdrehung versetzt werden.

In den letzten Jahren hat Becker eine neue fahrbare Anstechmaschine gebaut, bei der eine größere Zahl von umlaufenden Stechvorrichtungen gleichzeitig Löcher in den Holzstamm sticht. Die Werkzeuge sind auf Grund der erwähnten Erfahrungen als kleine Bohrer von 2 mm Dmr. ausgebildet, deren Enden Bohrkanten haben. Ein Benzin- oder Elektromotor betätigt den Ketten- und Stirnräderantrieb der ganzen Vorrichtung. Der Mast wird von Hand in die Stechlage gebracht, was ermöglicht, Aststellen, die den Nadeln sonst gefährlich werden könnten, auszuweichen; überdies wird die Konstruktion hierdurch einfacher und die Maschine billiger. Abb. 6 zeigt die Ansicht einer solchen mit Benzinmotor betriebenen Maschine.

Es ist nun bemerkenswert, daß der Gedanke des Anstechens von schwerer durchtränkbaren Hölzern vor einigen Jahren auch in Nordamerika aufgegriffen und praktisch verwertet wurde. Die neueren Versuche reichen dort bis ins Jahr 1912 zurück, auch sie sind vielleicht durch das Erscheinen der Haltenber-

Abb. 5. Lochungsplan für die Anstechmaschine von Haltenberger.

[1]) DRGM. 608514 vom 25. Mai 1914.

gerschen Maschine angeregt worden. Bis 1917 hatte man verschiedene wichtige Ergebnisse mit der Lochung (perforation) erreicht, dann trat durch den Weltkrieg eine mehrjährige Unterbrechung ein, bis man 1921 die praktischen Versuche wieder tatkräftig aufnahm. Heute werden bereits mehrere Bauarten derartiger Maschinen benutzt, da man den großen Nutzen dieser Verfahren rasch erkannt hat; wie berichtet wird, arbeiten die Maschinen in recht zufriedenstellender Weise.

Das Bedürfnis für solche Verfahren ist auch in Nordamerika in hohem Maße vorhanden. Bekanntlich verfügen die Vereinigten Staaten von Amerika über eine weit größere Zahl von Holzarten, die sich zur Anfertigung von Masten und Schwellen eignen, als Europa. Während sich einige hiervon leicht durchtränken lassen, gibt es wieder andre, die sonst sehr gut verwendbar sind, aber der tiefergehenden und gleichmäßigen Tränkung ebenso großen Widerstand entgegensetzen wie etwa unsre Fichten. Hier kommen u. a. in Frage: die Douglasfichte, Jack Pine, die Schierlingstanne (hemlock) und nordamerikanische Zedern. Auch in völlig lufttrockenem Zustande kann man diese Hölzer nicht in zufriedenstellender Weise tränken. Dies macht sich in Nordamerika um so unangenehmer bemerkbar, als dort ein Teil der Stangen nicht im Kessel getränkt, sondern nur am Fuße durch Offentrogverfahren geschützt wird. Versuche zeigten nun, daß bei angestochenen Hölzern nicht nur eine tiefergehende, sondern auch eine gleichmäßigere Tränkung der äußeren Holzschichten erreichbar war und auch nicht lufttrockene Hölzer aufnahmefähig wurden. Man legt der weiteren Bearbeitung der Frage besondere Bedeutung bei, weshalb die großen Gesellschaften, die American Wood Preservation Association und die American Electric Railway Engineering Association eigene Ausschüsse mit der gründlichen Verfolgung dieser Angelegenheit betrauten.

Auf amerikanischen Werkplätzen stehen mehrere Bauarten von Anstechmaschinen in Benutzung; sie sind weit einfacher gestaltet als die europäischen, weil man auf die Drehbewegung der Bohrnadeln verzichtet und das Anstechen durch Stahlnägel oder gezähnte Schneiden ausführt[1]). Durch solche Vorrichtungen werden die Holzfasern größtenteils nur auseinandergedrängt und nur wenig zerrissen oder zerschnitten. Die Löcher werden auf Grund von Versuchen zumeist so angeordnet, daß das Teeröl in der Längsrichtung des Stammes von jedem Loch aus etwa 60 mm und in der Richtung des Umfanges etwa 3 bis 6 mm vordringen kann. Die Tiefe der Durchtränkung ist von der Länge der Stechnägel abhängig und wird mit 10 bis 15 mm festgesetzt.

Die Naugle Pole & Tie Co. benutzt eine Vorrichtung, die im Wesen aus 42 schweren Eisenstempeln besteht, die sich unabhängig voneinander bewegen können und am unteren Ende eine Klemmvorrichtung für den Stechnagel tragen. Die Stempel werden gehoben und fallen durch ihr Gewicht auf die darunter befindliche Stange herab. Die Maste werden auf Laufrollen bis zur Lochmaschine gebracht.

Bei dem Gerät der Lindsley Broth. Co. werden ebenfalls 42 Stempel benutzt, die aber breiter sind und je vier Nägel aus gehärtetem Werkzeugstahl tragen; sie fallen je nach der Stangengröße aus einer Höhe von 15 bis 30 cm herab.

Bei der Anstechmaschine von J. E. Lynch wird das die Anstechvorrichtung tragende Gerüst durch hydraulischen Druck gegen den darunter liegenden Holzmast gedrückt, der durch zähnte Rollen weitergedreht wird.

Die Valentine Clark Co. hat die Anordnung so troffen, daß der Holzmast durch den mittels einer Ölpumpe zeugten Druck gegen eine mit Nägeln versehene S vorrichtung gehoben und angepreßt wird.

[1]) Ed. M. Blake, Proceed. Amer. Wood Pres. Assoc. 1920 S. 55; Amer. El. Railw. Eng. Assoc. (Wood pres. report) 1923 S. 33.

Anstechvorrichtung nach dem Kobraverfahren.

Eine besondere Stellung unter den Anstechverfahren n die sog. Kobratränkung[2]) ein, da bei dieser die bringung von Anstechlöchern mit der Tränkung der Hölze einem Vorgang vereinigt ist. Das Anstechwerkzeug ist weit kräftiger als bei den übrigen Verfahren ausgebildet un steht aus einer Hohlnadel von elliptischem Querschnitt, der schmale Schlitze von 4 bis 8 cm Tiefe eingestochen we In einem kleinen Behälter der tragbaren Tränkvorrichtun findet sich die Tränkpaste, die aus stark antiseptischen, wa löslichen Salzen besteht. Beim Herausziehen der Nadel wir Tränkmittel durch eine Öffnung an ihrer Spitze herausgedr und füllt den eingestochenen Schlitz aus. Geschützt wird Zone von 1,1 m Breite durch etwa 180 bis 200 Löcher.

Der Mast kann hier grün oder lufttrocken Die im Stamm in größerer oder kleinerer Menge vorhan Feuchtigkeit leitet den Auflösungsprozeß des Antisepti ein, die Bodenfeuchtigkeit fördert ihn und setzt ihn jahr fort. Von den Anstechlöchern aus dringen die gelösten T stoffe in die umgebenden Holzschichten ein; angestrebt die Bildung eines geschlossenen, genügend breiten geträn Ringes. Der Schutzgürtel wird noch mit einer antiseptisc machten erhärtenden Masse bestrichen, zum Schutze der o Mastenteile wird ein Teerölanstrich aufgetragen. Nach de herigen Erfahrungen haben derartig zubereitete St während der ersten drei Jahre recht gut den Angriffen zerstörender Pilze standgehalten.

Als besonderer Vorteil dieses Verfahrens wird der liche Wegfall der teuren Holzfrachten vom Walde zu beson Tränkanstalten und von hier auf die Baustrecken hingestel das Kobraverfahren an beliebigen Stellen, auch in der Näh Wälder, ausgeführt werden kann.

Eine Ausführungsform der Vorrichtung dient Tränken von liegenden Hölzern, Abb. 7, eine andr zur Nachtränkung stehender Rohmaste best ein kleineres Gerät (Tränkhammer), das von einem Mann bedient werden kann, soll ebenfalls zur Tränkung ste der, allenfalls schon etwas angegriffener Maste be werden.

Anstechvorrichtungen für Schwellen.

Auch bei Schwellen und andern Hölzern mit ebenen Fl ist eine bessere Durchtränkung mittels Anstechvorricht versucht worden. Eine solche Anordnung hat Rüping Nr. 281 793 v. 25. Okt. 1913) angegeben. Hier wird a drehende Bewegung von Stechnadeln verzichtet. Sie w mittels einer Preßplatte gegen die Schwellen geführt, wobe Zwangsführung ihr Verbiegen verhindert. Statt der N können auch messerartige Einstechwerkzeuge benutzt w die ein Auseinanderschieben der Holzfasern in der I richtung bewirken. Eine Anstechvorrichtung für Schwell

[2]) DRP. Nr. 352 963, 376 408, 376 409 der Kobra-Holzimpr. Ges., Bad Ki

RZ534Z6

Abb. 6. Mastenanstechmaschine von Becker mit Antrieb durch Benzinmotor.

RZ534Z8

Abb. 7. Kobra-Tränkapparat.

ufenden Bohrnadeln rührt von Ing. Becker her. Auch amerikanischen Werkplätze sind dieser Frage näher getreten, ssen sind hier vorläufig nur geringe Fortschritte zu ver- nen.

Versuchsergebnisse.

Wie sich aus der vorstehenden Übersicht ergibt, erweitert das Verwendungsgebiet für die Anstechvorrichtungen er mehr, wohl ein Zeichen dafür, daß der Grundgedanke ig und für die Praxis wertvoll sein müsse. Ich will einige bnisse anführen, die bei den in großer Zahl durchgeführten suchen gefunden worden sind.

Eingehend untersucht wurde die Wirkung des Anstechens erzeit durch die ungarische Staatstelegraphenverwaltung. bei der dort üblichen Teeröltränkung im Kessel den 8 m en Fichtenstangen 245 kg/m³ Teeröl einzuverleiben, en erforderlich: 2 h für das Vorwärmen, 2 h für Luft- ünnung und Druck von 15 at während 6 h; dann erzielte die für Fichten immerhin erhebliche Eindringungstiefe von m. Wurde das Fußende auf 2 m Länge mit Löchern ver- n, die 20 mm tief waren, so erhielt man im so vorbereiteten einen geschlossenen Tränkungsring von 20 mm Breite, n eine einstündige Vorwärmung, ein Vakuum von gleicher er und ein Überdruck von 15 at während einer Stunde an- endet wurde; die Ölmenge betrug jetzt nur 90 kg/m³, aber Öl war tiefer in den Stamm gedrungen, und die Tränkkosten den sehr wesentlich erniedrigt. Arbeitete man mit Ein- gungstiefen von 25 und 30 mm, so ergaben sich hieraus Auf- nen von 110 bzw. 130 bis 140 kg/m³. Im nicht gelochten genteile dringt das Teeröl nur 4 bis 5 mm tief ein, schützt die äußeren Schichten in den nicht stark gefährdeten Teilen h einen dünneren Ölmantel. Allenfalls hätte man befürchten nen, daß das in die Löcher eingebrachte Teeröl bald wieder dem Holze hinausfließen würde; indes zeigten mehrjährige bachtungen, daß das nicht der Fall ist, die Löcher schließen allmählich, und überdies wird der Austritt des Öles durch n liegende verharzte Ölschichten und abgeschiedenes hthalin verhütet.

Versuche mit der ungarischen Anstechmaschine wurden erzeit auch von der altösterreichischen Telegraphenver- tung ausgeführt. Es kamen vorwiegend feinringige Fichten Betracht, deren Tränkung nach gewöhnlichem Verfahren er- iche Schwierigkeiten bot. Bei solchen angebohrten Hölzern elt man zwar nicht gleich anfangs vollkommen geschlossene nkringe, aber man konnte durch neuerliche Schnitte der nden Stangen nach einem halben Jahre feststellen, daß das n dieser Zeit von den Löchern aus in die umgebenden Holz- weiter vorgedrungen war, so daß sich dann geschlossene nkungsbilder ergaben. In der Richtung der Bohrlöcher gt das Öl noch etwa 3 bis 5 mm tiefer ins Holz ein.

Praktische Versuche über das Anstechen von nordamerika- hen Masten wurden im Jahre 1919 von den Forstprodukten- oratorien von Kanada ausgeführt. Hierbei wurden Stangen der Jackkiefer und der Schierlingstanne mlock) benutzt. Behandelte man die erstere in üblicher se in ungelochtem Zustande, so ergab sich bei 12 at Höchst- k und 40 min Dauer eine mittlere Eindringungstiefe von n und eine mittlere Aufnahme von 160 kg/m³. Bei an- ochenen Stangen erreichte man bei gleicher Zubereitung eine nkungstiefe von 22 mm schon nach einem halbstündigen Drucke

Noch schwieriger gestaltet sich die Tränkung der mlocktanne. Hier mußte man einen Druck von 14 at rend 6 h wirken lassen, um eine Tränkungstiefe von 6 mm erzielen. Wenn die Hölzer aber angestochen waren, ergab eine Durchdringung von 19 mm schon nach zweistündigem cken. Man fand ferner, daß die Durchtränkung nach dem techen auch bei nicht ganz lufttrockenem, ja selbst grünem ze möglich war. In allen diesen Fällen war die Verteilung Öles viel gleichmäßiger als sonst. Trotz des tieferen Ein- gens war der Ölverbrauch geringer, was die ungarischen Er- ungen bestätigte. Sehr ins Gewicht fällt auch die kürzere , die man zur Tränkung braucht.

Noch viel wichtiger als für Kesseltränkungen sind die An- verfahren in Nordamerika für die dort vielfach verwendeten ntrogtränkungen, bei denen die Maste nur am Fußende durch verleibung des Tränkmittels geschützt werden. Naturgemäß hierbei die Aufnahme bei schwer tränkbaren Hölzern recht ng, da man ohne Überdruck arbeitet. Einschlägige Versuche die Wirkung des Anstechens beim Offentrogverfahren sind der Naugle Pole & Tie Co. ausgeführt worden; man be- te zum Vergleiche grüne Hölzer, dann solche, die ein Jahr, solche, die zwei Jahre zum Trocknen gelagert hatten. Als Ergebnis fand man, daß eine gute Durchtränkung sowohl bei grünen wie bei lufttrockenen Hölzern möglich war. Bei den nicht gestochenen Stangen waren die Aufnahmen an Flüssigkeit sehr verschieden, oft ergaben sich in demselben Stamm erhebliche Unterschiede. Bei angestochenen Hölzern wurde durchweg eine viel gleichmäßigere Verteilung der Tränkflüssigkeit erreicht.

Bei Zedernmasten verhinderte das Anstechen die spätere Fäulnis in der Erde und die Entwicklung der allenfalls schon vorhandenen Pilzkeime.

Man sieht hieraus, wie wichtig und vorteilhaft die ausgedehntere Anwendung dieser Anstechverfahren auch für die bei uns übliche Trogtränkung bei schwerer aufnehmenden Hölzern, wie Fichte, sein müßte. Stark in die Wagschale würde dabei das Herabdrücken der Tränkzeit fallen; bekanntlich muß man die Hölzer längere Zeit, 7 bis 14 Tage lang im Troge belassen, um die Durchdringung zu erhalten, die eine hinreichende Verlängerung der Lebensdauer bewirkt. Wenn man die gefährliche Zone am Stammende mit Löchern versieht, wird die Tränkflüssigkeit viel rascher aufgenommen, und die hierdurch erreichte Verkürzung der Einlaugedauer muß sich in wirtschaftlicher Beziehung sehr auffallend bemerkbar machen.

Einfluß des Anstechens auf die Holzfestigkeit.

Naheliegend war bei der Verwendung der gelochten Holzmaste die Frage, ob durch Anstechen eine merkliche Verminderung der Bruchfestigkeit des Holzes eintreten würde. Daß eine Abnahme der Festigkeit mit der Lochung verbunden sein müsse, war von vornherein klar; ebenso konnte man es als sicher voraussetzen, daß die Herabminderung ziemlich merklich sein würde, wenn es sich um Löcher handelte, die mit Bohrern, namentlich solchen von größerem Durchmesser, hergestellt werden. Haltenberger und Bedernich waren daher von Anfang an darauf bedacht, die Holzfasern bei der Lochbildung nicht zu beschädigen, sondern, soweit dies möglich war, nur auseinanderzudrängen. Sie haben den Verlust an Bruchfestigkeit durch eine Reihe von Bruchversuchen ermittelt, wobei gelochte und natürlich belassene Stangen gleicher Holzart und gleicher sonstiger Beschaffenheit benutzt wurden. Der Verlust an Bruchfestigkeit ergab sich beim Vergleiche von rohen gelochten und rohen ungelochten Fichten im Mittel zu 0,1 vH, bei kreosotierten Fichten zu 0,3 vH; der Verlust ist daher für praktische Zwecke belanglos. Wurden die Stangen angebohrt, so ergaben sich Festigkeitsverluste bis zu 50 vH.

Man hat die Frage des Festigkeitsverlustes auch in Nordamerika verfolgt; auch dort fand man, daß die ursprüngliche Festigkeit nur um einen sehr geringen Betrag abgenommen hatte. Bei Zedernmasten wird die Abnahme der Bruchfestigkeit des Splintholzes auf etwa 8 vH geschätzt; da der Splint nur einen kleinen Teil des gesamten Holzvolumens ausmacht, ist es erklärlich, daß die Festigkeit des Mastes im ganzen nur ganz unwesentlich kleiner wird.

Aber selbst wenn ein etwas größerer Festigkeitsverlust bei der Verwendung der dünnen Bohrer in neueren Stechmaschinen eintreten sollte als oben angegeben ist, würde auch das für die Praxis keinen besonderen Nachteil bedeuten. Die Festigkeit des getränkten, jedoch nicht gelochten Holzes wird nach einer längeren Reihe von Jahren durch Verkleinerung des Stangenumfanges infolge von Fäulnisangriffen in der Grenzzone abgenommen haben; durch die Lochung und darauffolgende tiefergehende Tränkung wird ein größerer Schutz des Stammendes gegen Pilzangriffe gewährleistet, so daß die Festigkeit dieses Stammes nach Ablauf der gleichen Zeitdauer trotz der durch die Lochung hervorgerufenen Festigkeitsabnahme noch immer erheblich größer sein wird.

Ausblicke für die Praxis.

Die vorstehenden Darlegungen haben gezeigt, daß die Tränkung verschiedener Holzarten durch die Verwendung der Anstechverfahren als Hilfsmittel auf eine neue, erfolgreiche Stufe gelangt ist. Man hat ihren Wert für die praktische Verwendung einer Reihe von Holzarten kennen gelernt, die man trotz ihrer sonstigen guten Eignung bisher als minderwertig für die Herstellung von Holzmasten und Schwellen ansehen mußte, weil sie nur schwer getränkt werden konnten.

Für unsre Gebiete hat die bessere Ausnutzung der Fichte nicht nur im Kesseldruckverfahren, sondern namentlich auch bei der Trogtränkung Bedeutung. Versehen wir das Stammende der Hölzer mit Löchern, um die Flüssigkeitsaufnahme dort wesentlich zu vermehren, so werden wir durch die Trogtränkung gut brauchbare Stangen auch mit andern wasserlöslichen Stoffen als Quecksilberchlorid erzeugen können. [B 534]

RUNDSCHAU.

Schiffs- und Seewesen.

25. Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft vom 20. bis 22. November.

In der 25. Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft hielt zunächst der Vorsitzende, Geheimrat Prof. Busley, seinen Festvortrag „25 Jahre Schiffbautechnische Gesellschaft“[1]), sodann sprach der Rektor der Technischen Hochschule Charlottenburg, Professor W. Laas, über den Schiffbauunterricht im Rahmen der Hochschulreform, wobei er an die Gründung des deutschen Ausschusses für technisches Schulwesen durch den Verein deutscher Ingenieure im Jahre 1908 erinnerte. Nach den hierauf folgenden Ansprachen von Reichswirtschaftsminister Hamm im Namen der Reichsregierung, Ministerialdirektor Dr. Kueß für das Preußische Kultusministerium, Admiral Zenker im Namen der Marineleitung, Professor Dr. Klingenberg im Namen des Vereines deutscher Ingenieure, Geheimem Regierungsrat Prof. Dr. Orlich für den Verband deutscher Elektrotechniker, Geheimem Baurat de Thierry im Namen der Hafenbautechnischen Gesellschaft und Ehrungen sprach Direktor Dr.-Ing. eh. Frahm über

Zahnradgetriebe für Turbinen- und Motorschiffe der Werft Blohm & Voß.

Nach Frahm hat die Werft Blohm & Voß bei der Ausbildung der Zahnradgetriebe von Anfang an als wichtig erkannt, die in mannigfacher Form in den umlaufenden Teilen auftretenden Resonanzschwingungen zu erforschen und sie zu bekämpfen.

Schwingungen werden bei Turbinenschiffen durch die Schraube, bei Ölmaschinen ebenfalls durch die Schraube und außerdem durch die oszillierenden Kräfte der Maschine hervorgerufen. Arbeiten beide Antriebarten mit Zahnradgetrieben, so kommen als weitere Quelle der Erregung von Resonanzschwingungen die Ungenauigkeiten der Zahnteilung hinzu.

Nun sind heute die Zahnradgetriebe die weitaus wirtschaftlichste Verbindung schnellaufender und daher leichter Maschinen von geringem Raumbedarf mit langsamlaufenden und aus diesem Grunde wirtschaftlichen Schrauben. Die Werft Blohm & Voß hat daher die Herstellung hochwertiger Zahnräder in ihren Werkstätten selbst in die Hand genommen und nach zehnjähriger Arbeit bis zu dem heutigen, anerkannt hohen Stande gefördert. Der Redner geht auf die Wahl der Verzahnung, ihre Herstellung, die Fräsmaschinen, deren Herstellung und einwandfreie Ausführung, die Ausbildung der Fräser und das Einlaufen der Zahnräder kurz ein. Er erläutert ausführlich die Nachprüfung der Zahnteilung nach verschiedenen Verfahren und die umfangreichen Versuche zur Bestimmung der zulässigen Zahnbelastungen und Umfangsgeschwindigkeiten, die im Auftrag und unter Mitwirkung des Reichsmarineamtes vorgenommen wurden. Dabei ergaben sich wichtige Erkenntnisse über den Wert des Einlaufens mit Öl und Graphit als mild wirkende Schleifmittel und über den Wert besonderer Öle. Der Gesamtverlust im Getriebe ergab sich bei 6490 PS Normalleistung zweier Getriebe zu etwa 1,1 vH und bei 12 000 PS Höchstleistung zu 1,6 vH.

Das Ergebnis dieser Versuche mit Getrieben einfacher Übersetzung und die Nachrichten über unbefriedigende Ergebnisse mit doppelter Übersetzung führten dazu, daß die Werft Blohm & Voß am einfachen Übersetzungsgetriebe festhielt und bei den Reedereien diese Getriebebauart vertrat, die nach dem Kriege 20 große Schiffe mit Triebturbinenanlagen bei Blohm & Voß bauen ließen; hierzu zählen die Schiffe „Albert Ballin“ und „Deutschland“. Der Heizölverbrauch beträgt bei diesen Schiffen für sämtliche Zwecke von Schiff und Maschine 0,41 bis 0,42 kg/PSh und für die Hauptmaschinen und die zugehörigen Hilfsmaschinen 0,37 bis 0,38 kg/PSh bei Öl von 9600 kcal. Neun von Blohm & Voß gebaute Turbinen-Frachtdampfer mit Kohlenfeuerung verbrauchten rd. 10 vH weniger Kohle als die zur gleichen Zeit gelieferten Kolbenmaschinen-Frachtschiffe unter den gleichen Bedingungen. Diese Erfolge mit Zahnradgetrieben und die Erwägung, daß dieses Getriebe im Vergleich zu dem technisch leichter zu behandelnden hydraulischen Transformator und zur elektrischen Übersetzung hinsichtlich der Brennstoffersparnis unerreicht dasteht, gaben die Veranlassung, den Zahnradantrieb für schnellaufende Ölmaschinen zielbewußt anzustreben, ein Vorgehen, dem von verschiedener Seite Bedenken entgegengestellt wurden, weil nicht nur Drehmomente von wechselnder Größe, sondern auch solche von wechselndem Vorzeichen zu erwarten waren. Mit den Schiffen „Havelland“, „Münsterland“ und später „Vogtland“ sowie dem zurzeit größten und schnellsten deutschen Fahrgastmotorschiff „Monte Sarmiento“ hat die Werft bewiesen, daß sie auch den hierbei auftretenden Schwierigkeiten gewachsen ist. Die Erfahrungen mit den Schiffen „Havelland“ und „Münsterland“ haben ergeben, daß die seinerzeit gehegten Bedenken wegen der Lebensdauer schnellaufender U-Bootmotoren in keiner Weise begründet sind.

Trotz dieser günstigen Entwicklung sieht der Redner im mittelbaren Antrieb mit Dieselmotoren nur einen Notbehelf und ist der Ansicht, daß schließlich der doppeltwirkende Zweitaktmotor das Feld erobern wird, wenn nicht Fragen der Raumersparnis für Einbau niedriger schnellaufender Maschinen mit Zahnradgetrieben sprechen.

Im Anschluß an den Vortrag berichtet der Redner über eine Reihe von ihm durchgebildeter Meßgeräte zur Erforschung von Schwingungserscheinungen bei Maschinen.

[1]) Siehe VDI-Nachrichten vom 19. November

Hierzu bemerkte Direktor Goos, Hamburg, daß die Ausführu
Dr. Frahms für die Reedereien von größter Wichtigkeit sind. Die e
Ausführungen von Zahnradgetrieben in England hätten so geräusc
gearbeitet, daß man geglaubt habe, die Getriebe seien für Schiffe
zu verwenden. Inzwischen seien von Blohm & Voß und Bro
Boveri & Cie. so große Fortschritte gemacht, daß keine Bede
gegen die Verwendung von Zahnradgetrieben mehr beständen.

Heute sei die Frage, welche Maschinenart vorzuziehen sei,
man die Wahl zwischen Dampfmaschinen und Dieselmaschinen
unter diesen Maschinen wiederum zwischen Dampfturbinen und Ko
maschinen bzw. zwischen unmittelbarem und mittelbarem Dieselar
habe. Für die Nord-Ostseefahrt kämen die neueren Maschinengattu
weniger in Frage, da es sich hierbei um kleinere Schiffe handelt
Schiffsturbinen erst bei Leistungen über 2000 PS vorteilhaft sind.
der Fahrt nach New York halten sich die Vorteile der Turbinen-
Dieselschiffe das Gleichgewicht. Auf langer Fahrt kommen für
Frachtschiffe Dieselmotoren in Frage, so auf der Fahrt nach Ost
Für größere Leistungen ist der doppeltwirkende Zweitaktmotor da
gebene. Das Zusammenkuppeln mehrerer Motoren, die unmittelba
die Schraubenwelle wirken, lehnt Goos ab.

Hiernach sprach Professor Dr. H. Föttinger über

Fortschritte der Strömungslehre im Maschinenbau und Schiffba

Der Redner ist neuerdings von der Technischen Hochschule Danzi
die Technische Hochschule Charlottenburg berufen worden und
mit seinem Vortrag einen Einblick in das Arbeitsgebiet seines
gegründeten Lehrstuhles für allgemeine Strömungslehre, wobei e
deren Bedeutung für zahlreiche Zweige der Technik hinwies.

Im einzelnen erläuterte er das verschiedene Verhalten besc
nigter und verzögerter Strömungsformen, ging auf die Erklärung
Rückströmung und Wirbelbildung durch Prandtl und auf die Arb
von Maxwell, Föppl, Reynolds und Kutta-Jukow
kurz ein und deutete sodann an, wie sich Strömungen darstellen
die dabei auftretenden Quell- und Wirbelfunktionen sich mechanisc
den Integratoren des Redners integrieren lassen.

Im Anschluß an diese theoretischen Betrachtungen zeigte
Föttinger an einer Reihe von praktischen Beispielen die Erfolge der
Lehre auf dem Gebiete des Maschinen- und Schiffbaues, so bei
Erklärung der Korrosionen an Propellern, die er wie andre auf Han
wirkung zurückführt; ferner bei der Zerlegung des Schiffswidersta
wobei er besonders auf die Größe des Windwiderstandes hinweist,
schließlich auf den Magnuseffekt, der durch Flettner praktische
deutung für den Schiffbau gewonnen hat. Dabei weist der R
auf ein auf seine Anregung von Gümbel gebautes Modell mit Ma
propeller hin, dessen Flügel aus umlaufenden Zylindern bestanden
der in der Lage war, sich vorwärts zu bewegen. Schließlich führ
den Magnuseffekt an einem Zylinder vor (s. S. 1270).

An der Aussprache beteiligten sich Dr. Pophanken, de
die Frage des Luftwiderstandes der Schiffe noch näher einging,
fessor Dr. M. Weber, Charlottenburg, der auf die Bedeutung
Strömungslehre hinwies, Dr. Kempf, der Versuche der Ha
gischen Versuchsanstalt mit dem Modell eines Torpedobootes z
die die Zerlegung des Widerstandes in Wellen-, Wirbel- und Reib
widerstand bezweckten.

Schließlich fragte Marinebaurat Schlichting den Vortr
den danach, inwieweit das Ähnlichkeitsgesetz beim Wirbelw
stand von Modellen und Schiffen eingehalten sei und ob hierbei we
liche Abweichungen möglich seien.

Der Vortragende bestätigte diese Vermutung.

Am Nachmittag sprach Dipl.-Ing. Strelow über

Lichtbogenschweißung und ihre praktische Verwendung im Schif

Der Redner wies zunächst darauf hin, daß man bei der anfän
gerade im Schiffbau mit den größten Hoffnungen betrachteten L
bogenschweißung heute noch kaum über vereinzelte Versuchsb
hinausgekommen ist. Dieser Zustand muß um so mehr verwun
als die Schweißung im Vergleich zur Nietung (einschließlich Anz
nen der Löcher, Bohren und Verstemmen der fertigen Naht) eine
einfachere Plattenverbindung ist, die in einem einzigen Arbeits
ausgeführt werden kann.

Die Gründe für die Zurückhaltung, die man im Großschi
der Lichtbogenschweißung gegenüber einnimmt, sieht Strelow auf G
umfangreicher Versuche und einer mehrjährigen praktischen Ausü
des Schweißens in

1. anfänglichen Mißerfolgen, deren Gründen man nicht genü
nachgegangen ist,
2. dem Fehlen vollkommen ausgebildeter Schweißer und
3. dem bisherigen Mangel an einer für die Schweißung geeig
Bauweise der Schiffe.

Eingehend auf das Wesen der Lichtbogenschweißung erklärt
Redner den Schweißvorgang, die Stromquellen und Hilfsmittel
Schweißung. Danach behandelt er die verschiedenen Eigenschafte
Schweißstellen und gibt einen Überblick über die erhebliche Ko
ersparnis gegenüber der Nietung. Schließlich berichtet er über den Bau
Reihe kleinerer Fahrzeuge, bei denen die Nähte und Stöße
Außenhaut nach besonderem Verfahren stumpf zusammengesch
worden sind. Das Verfahren dürfte zwar fürs erste nur für kle
Schiffe in Frage kommen, läßt aber nach Ansicht des Vortrage
auch für den Großschiffbau Gutes erhoffen.

…n der Aussprache wies Marinebaurat Lottmann auf die gün… Erfahrungen der Marinewerft Wilhelmshaven mit der Lichtbogen…ißung hin.

…uch der zweite Tag der Hauptversammlung wurde durch einen …g aus dem Gebiete des Schiffsmaschinenbaues eingeleitet. Wäh… aber Direktor Dr. Frahm den doppeltwirkenden Zweitaktmotor …n aussichtsreichsten Schiffsmotor ansah, vertrat Direktor Dr. G. …r in seinem Vortrage über den

Antrieb von Schiffen durch Ölmotoren mit hydraulisch-mechanischem Übersetzungsgetriebe

…nsicht, daß der nicht umsteuerbare, schnellaufende Dieselmotor …hnrad- und hydraulischem Umsteuergetriebe die beste Lösung sei. …ei dieser Ansicht stützte sich der Redner einmal auf die Tat… daß die allgemeine Entwicklung im Maschinenbau gewöhnlich …hweren, langsam laufenden Maschinen einsetzt und mit kleinen, …laufenden Maschinen endet; zweitens auf die Fahrten des Ver…chiffes „Vulcan"[1]), das mit solch einem hydraulisch-mechanischen …tzungsgetriebe ausgerüstet ist und sich vorzüglich bewährt hat, …rittens auf eingehende Untersuchungen von Entwürfen, die nach …t des Redners lehren, daß man aus fabrikatorischen und wirt…ichen Gründen nach schnellaufenden Motoren von geringem Platz…streben soll. Die neuen Vulcan-Ölmotoren arbeiten wie folgt:

…hnellaufende, nicht umsteuerbare Dieselmotoren sind paarweise … je zwei hydraulische Transformatoren mit einem einfachen Zahn…riebe gekuppelt, wobei zwei der Transformatoren für Vorwärts… und die andern beiden für Rückwärtsfahrt bestimmt sind. Die …rmatoren ermöglichen ein sehr schnelles Umschalten, wobei die …n im gleichen Drehsinn weiter laufen. Hierdurch wird der Druck…arf sehr herabgedrückt. Nur für das Anlassen einer Maschine …Maschinensatzes ist Druckluft erforderlich. Weitere Vorteile sind, …urch Zwischenschaltung der hydraulischen Übertragung der …he Kraftträger unterbrochen wird und Schwankungen des Dreh…tes der Ölmaschine nicht auf das Zahnradgetriebe übertragen …; ferner besteht die Möglichkeit, eine der beiden auf eine Welle …nden Maschinen während der Fahrt abzustellen. Man kann dann …ringerer Geschwindigkeit fahren und die eine Maschine während …hrt überholen.

…ie Gefahr, daß die Manövrierfähigkeit des Schiffes stark leidet, …ler Druckluftvorrat zusammenschmilzt, ist bei der Vulcananlage …gt. Das Einlassen kalter Luft in die erhitzten Zylinder wird ver…. Die mechanische Übersetzung gestattet die Wahl so niedriger …erdrehzahlen, daß auch hieraus ein erheblicher Gewinn erzielt … Schließlich weist der Redner darauf hin, daß auch die größere … von Einzelteilen Vorteile hinsichtlich der Reihenherstellung, ein… Lagerhaltung und leichten Ausbesserung mit sich bringt. Nach …Ansicht soll man mit Rücksicht auf die bewährte alte Dreizylinder…maschine in einer dreizylindrigen, doppeltwirkenden Zweitakt…ne nicht die ideale Schiffsmaschine erblicken, da die Betrieb…nisse in beiden Fällen ganz andere sind. Damit käme man …, und zwar in verschärftem Maß, auf die Schwierigkeiten der …nenlagerung.

…hließlich geht der Redner auf die Ausnutzung der Abgaswärme …ein und bespricht eine Reihe von Plänen. Anlagen für drei … sind bei den Vulcanwerken bereits in Auftrag gegeben.

… der Aussprache betonte Oberingenieur H. Kluge, daß der …lisch-mechanische Antrieb in jeder Hinsicht betriebsicher sei. Die …sicherheit des Transformators sei hinreichend oft bewiesen. Das …triebe ohne hydraulische Kupplung sei nach seiner Ansicht als …e für Ölmotoren nicht einwandfrei, und es lege Zeugnis von … Können ab, wenn keine Störungen im Betrieb auftreten.

…rine-Oberingenieur Gerhards wies darauf hin, daß die Marine …r Verbindung schnellaufender Dieselmaschinen mit langsam…en Schrauben betont hat, sie müsse von Fall zu Fall über die …lung entscheiden.

…e Betriebsicherheit schnellaufender Motoren sei nach dem über…menden Urteil und den Erfahrungen von Dr. Frahm und der …ut. Sie wächst mit der Zahl der gleichartigen Betriebseinheiten. … Frage, ob man unmittelbaren Antrieb mit Umsteuerung oder Ge…verwenden soll, glaubt der Redner, man tue gut, hieraus keine …ge zu machen, sondern die Zweckmäßigkeit im Auge zu be… Das Einlassen kalter Druckluft sei nicht von Vorteil, aber trotz…i die Umsteuerung gut und sicher. Auch die Druckluftmanöver …ppeltwirkenden Motoren seien einfach und fraglos sicher. Die …inenmanöver sind eher zu schnell als zu langsam, es ist, als …n die Maschinen in die neue Gangart hinein. Die Folge ist eine …e Anzahl von Maschinenmanövern für ein Schiffsmanöver. Wenn …schinen diese Beanspruchungen aushalten, so folgt daraus, daß …genschaften ausgezeichnet sind. Ein Nachteil ist, daß der Ma… dauernd auf die vorhandene Druckluftmenge zu achten hat. …s Vulcangetriebe bei Manövern ohne Druckluft arbeitet, ist nach … des Redners von großem Vorteil.

…ofessor Dr. Hopf betonte, daß für den Luftschiffbau die glei…ragen wie für den Schiffbau gelten, indem in beiden Fällen …und daher schnellaufende Maschinen in Verbindung mit langsam…en Schrauben von Vorteil sind. Bei L Z 126 konnte man sich … nicht zum Einbau von Zahnradgetrieben entschließen. Zweifel…e auch in solchen Fällen der hydromechanische Antrieb von … beschritten haben, und gibt bekannt, daß die Bauwerft bei „Monte Sarmiento" zu starren Wellen übergegangen ist. Hohle und elastische Wellen fallen fort. Der Redner zeigt die Drehmomentaufzeichnungen, die bei der Probefahrt aufgenommen wurden und aus denen die Gleichmäßigkeit der Drehmomente bei verschiedenen Manövern hervorgeht.

…eringenieur Berendt sagte, daß die Vulcanwerke und Blohm …ähnliche Wege bei der Verwendung schnellaufender Dieselmotoren

[1]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 763 u. 1082.

Schließlich wies Baurat Mohr darauf hin, daß ein Druckluftverbrauch nur beim erstmaligen Anlassen einer Maschine eintritt, so daß ein Einblasen kalter Luft in eine warme Maschine überhaupt nicht vorkommt.

Dr. G. Bauer teilte im Schlußwort mit, daß wegen Einbaues von Vulcangetrieben in Flugzeuge und Luftschiffe mit dem Ausland verhandelt wird.

Hiernach berichtete Direktor A. Flettner, Berlin, über

Anwendung der Erkenntnisse der Aerodynamik zum Windantrieb von Schiffen. (Vergl. S. 1270.)

Am Nachmittage sprach zunächst Dr.-Ing. H. Heymann über

die Auswuchtung umlaufender Massen.

Das Auswuchten, das zur Beseitigung von Schwingungserregern bei Maschinen dient, gewinnt mit zunehmender normaler Drehzahl der Maschinen an Bedeutung. Zunächst gibt der Redner einen geschichtlichen Überblick und nennt die verschiedenen Autoren (Lawaczeck 1908, Heymann 1916, Akimoff 1916), die mit ihren Arbeiten die Auswuchtfrage gefördert und verschiedene Lösungen gebracht haben.

Um das Auswuchten zu ermöglichen, muß man über die Unbalance im Klaren sein. Drei Arten der Unbalance sind nach Dr. Heymann zu unterscheiden:

a) die statische Unbalance oder Unbalance der Ruhe,
b) die dynamische Unbalance oder Unbalance der Bewegung, und
c) die allgemeine oder überlagerte Unbalance.

Die Aufgabe der Auswuchtens läuft darauf hinaus, es dahin zu bringen, daß bei dem Drehkörper der Massenschwerpunkt und die Trägheitsachse mit der Drehachse zusammenfallen.

Im Fall a liegen der Schwerpunkt, im Fall b die Trägheitsachse und im Fall c beide außerhalb der Drehachse. Um diese verschiedenen Fälle der Unbalance zu beheben, muß man sie — am besten durch elastische Abstützung der Lager — sichtbar machen.

Der Vortragende zeigt, wie das am besten geschieht, und erläutert an der Hand zahlreicher Lichtbilder alle wichtigen Punkte.

Schließlich weist er darauf hin, daß es ihm neuerdings zusammen mit v. Brauchitsch gelungen ist, eine Lösung zu finden, bei der eine gleichbleibende Resonanzdrehzahl der Auswuchtmaschine für die Untersuchung nicht mehr erforderlich ist.

Die Untersuchungen dieser Lösung sind noch nicht abgeschlossen. Führen sie zum Erfolg, so wäre der Weg zum halbselbsttätigen Auswuchten von Prüfkörpern im eigenen Gehäuse möglich.

In der Aussprache wies Prof. Dr. M. Weber darauf hin, daß man früher angenommen hätte, daß die Fliehkräfte eines umlaufenden Körpers auf seine Resultierende und ein Kräftepaar zurückgeführt werden könnten, es seien aber zwei Kräfte, weil ihre Lage räumlich sei.

Als letzter Vortrag folgt

Das Berichtigungsverfahren als Hilfsmittel für das Entwerfen von Schiffen,

vorgetragen von Dr.-Ing. W. Schmidt. Um eine schnelle Übersicht über die beim Entwurf von Schiffen vorzunehmenden Rechnungen und die Verwendung der bei ausgeführten Schiffen gewonnenen Erfahrungen zu erleichtern, empfiehlt der Redner, von der Gleichung

$$\text{Wert} = \text{Berichtigung} \times \text{Näherung}$$

auszugehen. Er zeigt, wie man in verschiedenen Fällen zu Näherungen gelangt und wie dabei die Berichtigungen zu kennzeichnenden Werten werden, die sich verallgemeinern lassen.

Behandelt werden Berechnungen von Schiffslinien, Schwerpunktrechnungen, Krängungsversuche, Stabilitätsrechnungen und Modellversuche mit Schiffen und Schrauben.

In der Aussprache weist Geh. Oberbaurat Presse darauf hin, daß der Redner die Erkenntnisse bei Kriegschiffen gewonnen hat, für die solche Betrachtungen von besonderer Wichtigkeit sind, weil die für solche Schiffe erforderlichen Untersuchungen großen Umfang annehmen, indem oft eine ganze Reihe von Entwürfen durchgerechnet werden muß.

Dr. v. den Steinen betonte, daß die Lösung von Aufgaben durch fortgesetzte Näherungen, wie sie das Berichtigungsverfahren anstrebt, von allgemeiner Bedeutung für die Lösung von Ingenieuraufgaben sei, weil es sich hierbei gewissermaßen um Gleichungen mit vielen Veränderlichen handelt.

[N 625]

Meßgeräte.

Der Askania-Druckluftmesser.

Das Bedürfnis nach einem Meßgerät, welches unabhängig von Druck-, Temperatur- und Mengenschwankungen bei Erzeugern oder Verbrauchern von Druck- und Gebläseluft ist, hat bekanntlich zu dem Preisausschreiben des Reichskohlenrats geführt. Schon vor diesem Wettbewerb wurden die Vorarbeiten zu der nachstehend beschriebenen, von Stach und Wünsch angegebenen Ausführungsform in Angriff genommen, die im Verlauf von zwei Jahren vielfach verbessert und im praktischen Betrieb erprobt wurde.

Der Bauart liegt der Gedanke zugrunde, ein der zu messenden Hauptmenge proportionales Teilgewicht von dem Hauptstrom abzuzweigen, auf nahezu atmosphärischen Druck zu entspannen und mit anerkannten

Hilfsmitteln zu messen. Die Messung erfolgt also hinsichtlich Druckes und Temperatur im Ansaugzustand, d. h. die Druck- und Temperaturverhältnisse der Leitung sind ausgeschaltet und jedwede Umrechnung ist vermieden. Mengenschwankungen werden durch die gewählten Meßgeräte eindeutig bestimmbar.

Die Teilstrommessung ist in gleicher Weise wie bei den bekannten Einrichtungen für sehr große Wassermengen an jeder beliebigen Leitung durchführbar. Das Meßgerät ist vorläufig für Drücke zwischen 1 und 25 at durchgebildet, beherrscht also fast alle üblichen Preßluftspannungen. Es steht jedoch nichts im Wege, es auch für kleinere oder für beliebig hohe Drücke bis zu mehreren Hundert Atmosphären auszuführen.

Zum Abzweigen und Entspannen des Teilstromes dient der in Abb. 1 dargestellte Strömungsteiler. Eine leicht bewegliche Membran steuert ein Auslaß-Nadelventil *c* und trennt den Teiler in die Kammern *a* und *b*. Der kleine Staurand *e* regelt die Teilstrommenge in einem durch die Abmessung des Hauptstaurandes *d* gegebenen festen Verhältnis. Der vor der toten Kammer *b* angebrachte Staurand *f* ist von gleicher Größe wie *e*; er verhindert, daß die Membran bei plötzlichen Druckstößen oder strömungslosen Druckänderungen in der Hauptleitung zerstört wird. Tritt in der Hauptleitung Strömung auf, so öffnet sich das Nadelventil so lange, bis Gleichgewicht in den Kammern *a* und *b* erreicht ist. Der Teilstrom entspannt sich in der Kammer *g* und entweicht in laminarer Strömung durch zahlreiche Kapillaren aus *i*, wobei in *g* eine der strommenge verhältnisgleiche Druckbildung bis zu 1000 mm W.-S tritt, die als Maß für den Teilstrom und damit auch für den Haup an einem bei *k* angeschlossenen Belastungsanzeiger oder Selbstsch abgelesen werden kann. Bei *i* kann eine trockne oder nasse M nach Art der Hausgasmesser angeschlossen werden, die als M zähler dient, Abb. 2 und 3.

Für Messungen an Maschinen mit starken und schnell folg Belastungsschwankungen, z. B. Gebläsemaschinen, Preßlufthäm Schüttelrutschen u. a., liefert der Mengenzähler einwandfreien Auf über die verdichtete oder verbrauchte Ansaugemenge, während d aperiodisch gedämpfter Membran ausgerüstete Mengenzeiger die F und Höhe der Belastungsstöße angibt. Den Belastungsschreiber man im Verein mit einem der beiden andern Geräte für die wachung von Preßluftanlagen, Verteilleitungen, Preßluftmotoren, gebläsen usw. verwenden.

Für Maschinen, die an Leitungen von 25 mm l. W. und da angeschlossen sind, eignet sich die tragbare Meßeinrichtung, A Das zwischen Hahn und Maschine geschaltete Anschlußstück ist s gerichtet, daß Rohrleitung und Schlauch auch bei abgeschaltete schine durchgeblasen werden können.

Die Durchbildung des Auslaßventils am Strömungsteiler wa vornherein der schwierigste Punkt, da dies sehr leicht gehen auch bei verschwindendem Schließdruck noch dicht halten Mit den Erfahrungen der Feinmechanik ist es jedoch gelunge Ventil von nur 0,4 mm Dmr. zu bauen, das allen Anforderunge spricht. Ebenso gelang es, auch Anwendung neuartiger Prüfverfahren Art der Wheatstoneschen Brücke di nen Meßstauränder für einen besti Durchlaß bis auf 0,5 vH genau zu und somit diese wichtigsten Teile wechselbar zu machen. Auch die K patronen werden nach einem äh Verfahren für einen Druckanstieg 1000 mm W.-S. bei einem Höchs gang von 2 l/min geeicht.

Abb. 1. Strömungsteiler.

Abb. 4. Tragbare Meßeinrichtung.
a Strömungsteiler *b* Kapillarpatrone *c* Anschlußstück *d* Anschlußhahn *e* Belastungsanzeiger

Eine naheliegende Frage ist, der Strömungsteiler durch Öl, Wass Staub aus den Druckluftleitungen schmutzen kann. Die Geschwindig in den Druckanschlüssen zum Strö teiler sind auch bei größter Tei menge (2 l/min) so gering, daß keine körper nach dem Strömungsteiler werden. Sollten aber doch solche durch plötzliche Druckschwan mitgerissen werden, so sind die Geschwindigkeiten in den kleinen rändern des Teilstroms so groß, daß Öl, Wasser oder Staub sich absetzen können. Selbst rauhester Betrieb hat in einer Betriebz fast einem Jahr keine Veränderung in der Genauigkeit der A herbeigeführt.

Die Auswertung der Meßergebnisse ist überaus einfach, d die jeweilige Anzeige eines der drei Geräte nur mit einer Meßz multiplizieren hat, die bei dem kleinsten Staurand in einer 25 mm-l 500 beträgt und mit dem Stauranddurchmesser in der Hauptleitung 100 000 und mehr wächst. Der Verlust durch den Teilstrom demnach nur $^1/_{500}$ bis $^1/_{100\,000}$ der Hauptmenge, ist daher völ langlos.

Die Fehlergrenze der ganzen Meßeinrichtung liegt nach n Versuchen wesentlich unter ± 2 vH, die Genauigkeit ist also grö bei allen bisher bekannten Druckluftmessern.

Der Askania-Preßluftmesser eignet sich daher auch als Ab gerät für Maschinen aller Art, zumal er keine der Abnutzung worfenen Teile enthält und das Übersetzungsverhältnis von Hau zu Teilstrom nur durch die Abmessungen der beiden Stauränd dingt ist. Darin liegt eine hohe Gewähr, daß die Eichdaten unve bleiben. [M4

a Strömungsteiler
b Kapillarpatrone
c Mengenzähler
d Belastungsanzeiger
e Belastungsschreiber

Abb. 2 und 3. Meßvorrichtung für laufende Messungen.

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beu Abteilung Sortiment, bezogen werden.

Die physikalischen und chemischen Grundlagen des Eisenhüttenwesens. Von Walther Mathesius. 2. umgearbeitete Auflage. Leipzig 1924, Otto Spamer. 483 S. m. 39 Abb. u. 118 Diagrammen. Preis Gm. 27, geb. Gm. 30.

Das vorliegende Werk ist im Grunde genommen ein Rahmen um die Hochofentheorie des Verfassers, doch ist dies kein Mangel, da die überragende Stellung des Hochofenvorganges im Eisenhüttenwesen unbestritten ist und gerade dies schwer aufklärbare Gebiet die grundlegenden chemisch-metallurgischen Beziehungen umfaßt. Ist man daher in der Lage, die dort in Frage kommenden Reduktionsvorgänge rechnungsmäßig zu erfassen und zu verfolgen, so ist die Beurteilung aller anderen Vorgänge leicht. Die von Mathesius aufgestellte Hochofentheorie zielt darauf hin, getrennte Gestell- und Schachtwärmebilanzen aufzustellen, wobei auf die herrschenden Reduktionsverhältnisse genau Rücksicht zu nehmen ist. Dadurch wird eine genaue Berechnung des Kohlenstoffbedarfs ermöglicht. Diese Behandlung zeigt daher, welche Wege zu Koksersparnissen führen können.

Diese Theorie verdient eine sehr hohe Einschätzung, wen man dabei nicht übersehen darf, daß es eine Theorie ist, die sich der Mannigfaltigkeit der Beziehungen nicht immer restlos in die übertragen läßt; sie gibt besonders für die neuerdings bekannt denen amerikanischen Betriebserfahrungen gute Aufklärungen u dient in bezug auf die von Koppers angeregten Vorschläge z nutzung leicht verbrennlicher Koks besonders aufmerksame tung. Die zeichnerische Möllerberechnung und die Untersuchung Reduzierbarkeit von Eisenerzen stellen eine gelungene Ergänzu Die Forschungen Mathesius' über den Hochofenprozeß sind da heut unerläßliches Hilfsmittel für den Betriebsmann. Gerade weil letzten Jahren die praktischen Gesichtspunkte in den Vordergr schoben wurden und man sich in der Hauptsache auf die Verbe der mechanischen Hilfsmittel beschränkte, ist dieses Bestrebe theoretischen Aufklärung sehr zu begrüßen, denn nur durch ei kundiges Zusammenarbeiten von Theorie und Praxis können Fort erreicht werden. Gegenüber dem Hochofenvorgang treten die

Flußeisenerzeugung, über Eisen- und Stahlgießerei und die Brenn- stark zurück; sie genügen aber durchaus den Erfordernissen eines egenden Buches, das keineswegs Handbuch für diese Sonderge- sein will. Sehr gut sind die Ausführungen über metallurgische e, während die feuerungstechnischen Darlegungen manchmal nicht ndfrei erscheinen, wenn sie auch in mancher Hinsicht eine sehr Klarstellung bringen. [E 708] T.

mechanical engineers' handbook. Von R. Th. Kent. 10. Aufl. York 1923, John Wiley & Sons. 2247 S. mit vielen Abb. Preis eder geb. Dollar 7.

as Werk, dessen erste Auflage bereits 1895 erschienen ist, wird wärtig vom Sohn des ersten Herausgebers mit einem ansehnlichen on Mitarbeitern bearbeitet. Es bedeutet für den amerikanischen In- r das, was die „Hütte" für den deutschen Ingenieur ist, ein ndium des gesamten technischen Wissens, wobei die Kunst der eiter vor allem darin besteht, auf dem wegen der wachsenden ler Fachgebiete immer enger werdenden Raum eine möglichst um- de und bis auf den neuesten Stand ergänzte Darstellung des ein- Gebietes zu liefern.

n Gegensatz zur „Hütte" beschränkt sich aber das vorliegende auf das für den Maschineningenieur Wissenswerte, allerdings Ma- ningenieur im weitesten Sinn des Wortes insofern, als auch Eisen- und Elektromaschinenbau inbegriffen sind. Aber auch diese Ge- sind ebenso wie alle Arbeitsmaschinen nur gewissermaßen neben- handelt, da den Hauptteil die Kapitel über Kraftmaschinenbau dar-. Wegen dieser Beschränkung läßt sich daher auch der Vergleich r „Hütte" in bezug auf den Umfang nicht durchführen, so nahe sich liegen mag.

uch in bezug auf die Art der sachlichen Bearbeitung weisen die Werke grundlegende Unterschiede auf, die wohl vor allem in eistigen Einstellung der Benutzer begründet sind. Während das anische Werk den Hauptwert auf Sammlung zahlenmäßiger An- über Bemessung von Konstruktionsteilen, Beanspruchungen usw. esteht der Hauptwert der „Hütte" darin, daß jeder Abschnitt so- n ein kleines Lehrbuch des betreffenden Gebietes bildet, worin er Leser schnell über die wichtigsten Bau- und Berechnungsgrund- unterrichten kann. Diesem Unterschied in der Art der Bearbeitung wohl auch zuzuschreiben, daß auf die Abbildungen nach Zahl und rung verhältnismäßig geringerer Wert als in der „Hütte" gelegt egenüber diesem von unserm Standpunkt aus vielleicht als Nach- zusehenden Merkmal bietet aber das Buch mit seinen außerordent- eichhaltigen Zahlenangaben, seinem sehr gut durchdachten plan- n Aufbau des Inhalts, den ausführlichen Inhaltsübersichten am jedes Einzelabschnittes und andern Mitteln, welche den Gebrauch tern, so manchen Wink für die Bearbeiter der „Hütte", den sie nicht entgehen lassen sollten.

as aber Druck, Papier, Einband und — nicht zuletzt — den Preis ifft, so ist das Werk eine Leistung, die wir nur neidvoll be- n können. Bei einem Umfang, der zwei Bänden der „Hütte" icht, ist das Buch doch handlich und so ausgezeichnet gebunden, an es auf jeder beliebigen Seite aufgeschlagen hinlegen kann, daß auch nur ein einziges Blatt umschlägt. [E 883]

Dr. techn. A. Heller.

aserzeuger. Handbuch der Gaserei mit und ohne Nebenprodukten- inung. Von Dipl.-Ing. H. R. Trenkler. Berlin 1923, Julius nger. Preis geb. Gm. 14.

ie Vergasung von Brennstoffen war bis vor kurzer Zeit eine egenheit des Gefühls. Wenn im Martinofen der Einsatz nach einer die Gewohnheit herausgebildeten Schmelzzeit fertig wurde, und am Gaserzeuger selbst keine unüberwindlichen Schwierigkeiten ten, war man mit dem Zustand zufrieden und fragte nicht viel Wärmebilanz und Wirkungsgrad. Mit schöner Gleichmäßigkeit man immer wieder die erprobte Brennstoffsorte verarbeiten und so jahrzehntelang gearbeitet. Es gab zwar auch unangenehme , z. B. backende, doch war es bei dem vorhandenen Kohlenüber- mmer möglich, die Benutzung solcher Rohstoffe zu vermeiden.

it der Kohlenknappheit wurde die Lage plötzlich ernst. Man wohl oder übel nehmen, was man bekam, ja noch mehr, man ezwungen, sparsam damit umzugehen. Dagegen waren die Kennt- von den Vorgängen im Gaserzeuger nur dürftig, man hatte kaum rundsatz begriffen, daß man die Kohlen ihren Eigenschaften ent- end behandeln mußte, und daß man nicht umgekehrt dem Brenn- len Weg zur Asche gewaltsam aufzwingen konnte. Diesen Mangel t und die Lücke ausgefüllt zu haben, ist das Verdienst Trenklers. eben ausführlicher Beschreibung der Ausführungsformen, bei Be- g guter, klarer Skizzen, findet man vor allem ein näheres Ein- auf neuere theoretische Arbeiten, auf die daraus entwickelten An- ngen und Folgerungen. Eine Fülle von Literatur ist angezogen n, so daß jeder, der in die Sache tiefer eindringen will, den n Weg klar vor sich sieht.

as Buch behandelt zunächst die festen Brennstoffe, ihre Ent- g und ihre Eigenschaften, gibt sodann einen Überblick über die chen und technischen Grundlagen der Vergasung und behandelt uarten von Gaserzeugern, von Gesamtanlagen und von Vorrich- zum Reinigen der Gase und zur Gewinnung der Nebenprodukte. Schluß folgt ein Kapitel über Betriebführung, dem sich Firmen- atentverzeichnis angliedern.

en Inhalt des Buches bildet jedoch nicht, wie man aus obiger llung vielleicht annehmen könnte, nur eine Zusammenstellung dener Dinge, sondern Trenkler bringt hier seine eigenen reichen ungen und Anschauungen auf den Plan. Nicht unerwähnt soll sem Zusammenhang das Bestreben bleiben, die schwierigen deutschen Wortbildungen durch einfachere, ebenso klare zu ersetzen. Ein Beispiel: Schwelgaserei anstatt Vergasung mit vorheriger Abschwelung des Brennstoffs. Alles in allem eine wertvolle Bereicherung des fachlichen Schrifttums. [E 501] Schaack.

Einfache und fraktionierte Destillation in Theorie und Praxis. Von Prof. Dr. C. v. Rechenberg. Miltitz bei Leipzig 1923, Selbstverlag von Schimmel & Comp. (für den Buchhandel: L. Staackmann, Leipzig). Preis geh. Gm. 17.

Das vorliegende Werk enthält nicht nur, wie man hinter dem Titel vermuten kann, die Geschichte der Apparate und Erfolge der einfachen und fraktionierten Destillation, sondern auch einen wesentlichen Teil der physikalischen Chemie. In der Einleitung werden neben der geschichtlichen Entwicklung der Anschauungen über das Wesen der Aggregatzustände in chemischer und physikalischer Beleuchtung die Lösungstheorie sowie die homogenen Kristalle behandelt, und im Anschluß daran wird die Zweckmäßigkeit der Einteilung aller Stoffe in Zert- und Inzertverbindungen besprochen. Der erste Abschnitt des Hauptteils bringt das Verdampfen einheitlicher Stoffe, wobei die in Frage kommenden Begriffe sowie die verschiedenen Verfahren zur Bestimmung von Fixpunkten erklärt sind, auf häufig dabei auftretende Fehler hingewiesen und eine Anleitung, sie zu vermeiden, beigefügt wird. Auch genaue Angaben über die Berichtigung der Temperatur- und Druckablesungen sowie eine Erläuterung zur Umrechnung der Unter- und Überdruckdestillation auf den Normaldampfdruck sind hier zu finden. Die Beziehungen zwischen Temperatur und Druck und Konstitution und die physikalischen Gesetze und Regeln werden unter Ableitung der zugehörigen Formeln und Gleichungen gründlich erklärt. In einer großen Reihe wertvoller Tafeln und Kurven sind die Siedepunkte und Dampfdrücke in wechselnden Systemen gegeben.

Auch der zweite Abschnitt, der von der Destillation von Gemengen und Lösungen handelt, zeichnet sich durch Klarheit der Sprache, Abbildungen, Formeln usw. aus, wobei die Abschnitte über Hydrodestillation und Unterdruckdestillation besondere Beachtung verdienen. Auf die Destillation von binären Gemischen gegenseitig begrenzt löslicher Flüssigkeiten oder von Lösungen mit Mindest- oder Höchstsiedepunkt, sowie auf das Verdampfen von ternären Flüssigkeitsgemischen ist hier mit großer Liebe eingegangen.

Das Werk, in dessen letztem Abschnitt die Destillationsapparate und Anlagen für Technik und Laboratorium einer sorgsamen, auf Erfahrungen in der Praxis gestützten Kritik unterzogen werden, wird den in der Industrie stehenden Chemikern, Ingenieuren und Technikern bei der Lösung täglich vorkommender nicht einfacher Aufgaben manchen wertvollen Aufschluß geben können. [E 854]. Dr. Max Sido.

Stickstoffindustrie. Von Dr.-Ing. Bruno Waeser. Bd. V der Fortschritte der chemischen Technologie in Einzeldarstellungen, herausgegeben von Prof. Dr. B. Rassow. Dresden-Leipzig 1924, Th. Steinkopff. 128 Seiten. Preis Gm. 4.

Die ständig an Bedeutung zunehmende Industrie der Stickstoffverbindungen verdankt dem Verfasser der vorliegenden Schrift bereits eine sehr umfangreiche Darstellung, die 1922 unter dem Titel „Die Luftstickstoffindustrie" erschienen ist. In der neuen wesentlich knapper gehaltenen Zusammenfassung des großen Arbeitsgebiets, das sich in allen Ländern mit hochentwickelter chemischer Industrie in stetiger Entwicklung befindet, hat der Verfasser eine Arbeit geleistet, die gerade wegen ihrer zahlreichen Angaben nicht nur in der Stickstoffindustrie, sondern allgemein bei Chemikern und Ingenieuren günstige Aufnahme finden dürfte. Obgleich es nicht leicht ist, den Stoff vollkommen zu beherrschen, kommt hier weit mehr als in dem früheren Werk auch technische und wirtschaftliche Kritik zu ihrem Recht, was bei der Überfülle der Verfahren und Patente auf diesem Gebiet besonders wertvoll sein dürfte. Vom Stand der Stickstoffindustrie vor dem Krieg ausgehend, wird die technische und wirtschaftliche Entwicklung im In- und Ausland unter eingehender Berücksichtigung auch der neuesten Ergebnisse der Buch-, Zeitschriften- und Patentliteratur geschildert. Ein Namen- und Sachverzeichnis ist beigefügt. Das Buch ist in jeder Hinsicht empfehlenswert. [E 828] H. Großmann.

The Birth and Development of the American Submarine. Von Frank T. Cable. New York und London 1924, Harper & Brothers. 337 S. m. Abb.

Mit dem vorliegenden Buch will der Verfasser dem kurz nach Beginn des Weltkrieges gestorbenen John P. Holland — einem geborenen Irländer, der später nach den Vereinigten Staaten ausgewandert ist — den ihm seiner Ansicht nach gebührenden Ehrenplatz in der Geschichte des Unterseebootbaues anweisen. Der Verfasser sieht Holland als den Erfinder des Unterseebootes und das Unterseeboot als amerikanische Erfindung an.

Cable befindet sich seit fast 30 Jahren in den Diensten der die Erfindung Hollands ausbeutenden Gesellschaft und verfügt, da er die Probefahrten aller Boote, von den ersten für die amerikanische Marine gelieferten Booten an, geleitet hat, über eine genaue Kenntnis der Entwicklung des Typs. In unterhaltender Form schildert er die sich bei den Erprobungen ergebenden Schwierigkeiten und Zwischenfälle, und der deutsche Fachmann wird dadurch an manche ähnliche ernste und heitere Ereignisse bei der Erprobung unsrer eignen Boote erinnert.

Die technische Ausbeute, die aus seinen Ausführungen geschöpft werden kann, ist jedoch sehr gering. Sie bieten kein anschauliches Bild über die Entwicklung der Bauart, und es ist schwer, die technischen Verdienste Hollands auf Grund der Cableschen Darstellung richtig einzuschätzen, um so mehr, als die ersten Versuche Hollands, an denen Cable noch nicht beteiligt gewesen ist, nur sehr unvollkommen beschrieben sind. So fällt z. B. auf, daß der Verfasser keinerlei Aufhebens davon macht, daß die „Fenian Ram" sowohl unter als über

Wasser durch einen Verbrennungsmotor angetrieben wurde, also sogenannten Einheitsantrieb gehabt hat. Im höchsten Grade störend ist auch, daß die Strichzeichnungen in sehr kleinem Maßstab und noch dazu durch Autotypie wiedergegeben sind, so daß aus ihnen fast nichts ersehen werden kann.

Trotz dieser Mängel der Darstellung läßt sich erkennen, daß Holland wenigstens die treibende Kraft gewesen ist und mit andern großen Männern der Technik die nie erlahmende Tatkraft gemein gehabt hat, die auf dem felsenfesten Glauben an den endlichen Erfolg beruht. Übrigens hat er bereits 1904 die Verbindung mit seiner Gesellschaft gelöst und seitdem keinen Einfluß mehr auf die weitere Entwicklung des Unterseeboots gehabt.

Es befremdet, daß ein Mann wie Cable sich nicht scheut, die Ansicht zu vertreten, daß die deutsche Art der Verwendung des U-Bootes gegen die „Laws of honorability in war" verstoßen habe. Wie bekannt, wird diese Ansicht heute von keinem ehrlich denkenden feindlichen oder neutralen Seeoffizier mehr vertreten.

Ferner ist die Behauptung unzutreffend, daß der Hollandtyp als Muster für das deutsche Unterseeboot gedient habe oder gar von der Firma Krupp oder der Germaniawerft käuflich erworben worden sei. In dieser Beziehung darf auf die Darstellung des Unterzeichneten in „Die Unterseeboote der Germaniawerft" verwiesen werden. Cable setzt sich in seinen diesen Gegenstand betreffenden Ausführungen u. a. auch mit den Anschauungen von Lawrence Spear, einer leitenden Persönlichkeit seiner Gesellschaft, in Widerspruch. Spear unterscheidet in einer kleinen von ihm im Jahre 1909 veröffentlichten Schrift scharf zwischen dem Holland-Einhüllen-Typ und dem französischen Doppelhüllentyp und rechnet zu letzterem das deutsche Unterseeboot. Bekannt ist ja, daß die Entwicklung des deutschen Unterseeboots sofort vom Doppelhüllentyp ihren Ausgang genommen hat, während die Holland Co. nach eigner Darstellung von Cable etwa erst im Jahre 1915 zum Doppelhüllentyp übergegangen ist! [E 704] Dr.-Ing. H. Techel.

Schriften des Deutschen Ausschusses für den mathematischen und ... wissenschaftlichen Unterricht. II. Folge, H. 9: **Der neue Kurs im ...ßischen höheren Schulwesen.** Herausgeg. v. F. Poske. Leipzi... Berlin 1924, B. G. Teubner. 16 S.

Die Gewerbeschulen, Handelsschulen und Frauenarbeitsschulen in ...temberg. Herausgeg. von der Ministerialabteilung für die Fachsc... Stuttgart 1924, Carl Grüninger Nachf. Ernst Klett. 147 S.

Die Rechenmaschinen und das Maschinenrechnen. Von Ing. L... 2. Aufl. Leipzig und Berlin 1924, B. G. Teubner. 108 S. m. 42... Preis geh. Gm. 14, geb. Gm. 16.

Werken und Wirken. Erinnerungen aus Industrie und Staatsdienst... Karl Bittmann. Bd. 1: In der Industrie und im preußischen S...dienst (1876 bis 1902). Karlsruhe 1924, C. F. Müller. 199 S. Prei... Gm. 5,50, geb. Gm. 7.

Die Belastung der deutschen Industrie durch das Gesetz über d...dustriebelastung und das Gesetz zur Aufbringung der Industriebela... vom 30. August 1924. Von Richard Rosendorff. Berlin 1924, S... & Linde. 97 S. Preis geb. Gm. 3.

Erdkundliche Grundlagen geschichtlicher Entwicklung. Von E. And... Breslau 1924, Ferdinand Hirt. 91 S. Preis Gm. 1,10.

Goldnotenbank und Goldnote. Von Justus Schoenthal. Berlin... Spaeth & Linde. 176 S. Preis geb. Gm. 4,20.

Steuertagesfragen. I. Die künftige Gestaltung der direkten Reichss... von Einkommen und Vermögen. Von Georg Strutz. II. Allge... Grundzüge des Steuerstrafrechts. Von Ernst Pape. Berlin... Spaeth & Linde. 60 S. Preis Gm. 4,20.

Funkrecht. Das Recht des Rundfunks. Von Erwin Reiche. Mit... Einführung von Hans Bredow. Berlin 1925, Carl Heymanns V... 257 S. (Heymanns Taschengesetzsammlung Bd. 111). Preis geh. ... geb. Gm. 6.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Saugluft-Flugaschenförderung.

In seiner Arbeit in Z. Bd. 67 (1923) S. 954 führt Rich. Baumann u. a. folgendes aus:

„Bei der Wasserförderung werden die Rückstände unmittelbar unter dem Rost und den Aschenbunkern in Wasser führende Rinnen gelangen und durch große Wassermengen ununterbrochen abgeführt. Die verschiedenen Nachteile dieser Förderart, wie Hemmnisse durch Verstopfungen, hoher Kraftverbrauch der Pumpe usw., sind zum Teil mehr oder weniger erfolgreich bekämpft worden; immerhin bietet diese Anwendung bei Umstellungen infolge des beschränkten Raumes unter den Kesseln und der schweren, oft undurchführbaren Änderung der Gründungen die größten Schwierigkeiten."

Die Wasserförderung in vorbeschriebenem Sinne ist der Uranfang der Entwicklung des Gebietes, das die Beförderung von Massen, wie Asche, Schlacken, Kies und dergl., unter Verwendung von Wasser umfaßt. Inzwischen sind natürlich auch hier erhebliche Fortschritte erzielt worden, vor allem insofern, als bei der hydromechanischen Entfernung von Asche und Schlacken diese Rückstände, zu deren Fortbewegung übrigens nur geringe Wassermengen erforderlich sind, nicht mehr in Rinnen, sondern durch besondere, den örtlichen Verhältnissen angepaßte Einrichtungen in geschlossene Rohrleitungen gelangen und dort fortbewegt werden. Nachteile — wie Hemmnisse durch Verstopfung, hoher Kraftverbrauch der Pumpe usw. — haben allerdings früher bestanden, sind jedoch als überwunden zu betrachten. Ebenso kommen Schwierigkeiten beim Einbau infolge Platzmangels oder Änderung der Gründung nicht mehr in Frage.

Die hydromechanischen Entaschungsanlagen sind heutzutage allen Verhältnissen anpaßbar, ohne daß kostspielige Umbauten notwendig werden. Sie bestehen in der Hauptsache aus der Aschenauffangvorrichtung, der Spülleitung mit den verschiedenen eingebauten Sonderapparaten, der Druckwasserpumpe mit Zubehör und der Aschenablagerungs- bzw. Entwässerungsvorrichtung. Die Auffangvorrichtungen sind je nach Lage der Verhältnisse fest oder beweglich, je nach Art der zu befördernden Asche und Schlacke mit oder ohne besondere Einrichtungen zur Zerkleinerung des anfallenden Gutes auf fördermögliche Größe versehen und entsprechen in bezug auf Zweckmäßigkeit der Anordnung und Durchbildung der Konstruktion allen Anforderungen neuzeitlicher Technik. Die Verbindung dieser Auffangvorrichtungen mit der Spülleitung und dem Beförderungsmittel ist sehr einfach, so daß nur einige Handgriffe zur Inbetriebsetzung nötig sind. Alle in die Leitung eingebauten Vorrichtungen sind so durchgebildet, daß Spülgut und Wasser eine innige Mischung erfahren, Verstopfungen infolge der Gleichmäßigkeit des Spülstromes nicht eintreten und die Abnutzung der Leitung auf ein Mindestmaß herabgesetzt wird. Dadurch, daß man dem Spülstrom mit Hilfe geeigneter Vorrichtungen eine Drallbewegung erteilt, wird der Verstopfungsmöglichkeit noch besonders vorgebeugt. Bei Überwindung größerer Steigungen auf weitere Entfernung verliert die rein hydraulische Förderung an Wirtschaftlichkeit. In solchen Fällen wird eine besondere Spülversatzpumpe verwendet, mit der man ... Spülgemische von erheblicher Korngröße auf Höhen von 20 m un... über befördern kann.

Eine Abhandlung über die Aschenbeseitigung in großen K...häusern hat Direktor Scholtes in den „Mitteilungen der Elektri...werke E. V." Nr. 286 Jahrg. 1921 veröffentlicht, in der u. a. au... gaben über die Wirtschaftlichkeit verschiedener Entaschungsarte... den Betriebserfahrungen eines großen Werkes gemacht werde... erhellt daraus, daß die Beseitigung der Asche mittels Druck... am teuersten und diejenige mit Druckwasser am billigsten ist, w... die Handförderung einen Mittelwert einnimmt. Die Frage des ...versatzes dürfte heute sowohl in technischer wie in wirtschaf... Hinsicht als gelöst zu betrachten sein. W. Fell, Nürnb...

Mein Aufsatz befaßt sich mit einer Flugaschenförder... die nachträglich in eine vorhandene Kesselanlage eingebaut word... Die Gründungsverhältnisse dieser Kesselanlage sind derart, da... richtungen zur Fortleitung von Rückständen aus den Kessel- und ...ablagetaschen, also Aschenauffang-Vorrichtungen mit Spülleitung u... Kesselhausflur ohne ganz erhebliche bauliche Verände... und mindestens teilweise Betriebstörungen nicht anzubringen sind. ... würde die sogenannte Aschenablagerung bzw. Entwässerungsvorri... einen besonderen Platz beanspruchen, der bei den vorliegend... schränkten Verhältnissen schwer frei zu machen wäre.

Im übrigen soll nicht bestritten werden, daß auch die W...förderung bzw. die Röhrenspülsysteme heute in technischer und ...schaftlicher Hinsicht der Saugluftförderung gleichwertig und n...lich dort angebracht sind, wo durch Zerkleinerung der anfal... Schlacke gleichzeitig auch ihre Fortbewegung besorgt wird. Eine ... Einrichtung ist übrigens auch bei Henschel & Sohn, G. m. b. H., ... — Abteilung Henrichshütte, Hattingen a. d. Ruhr —, mit gutem ... im Betrieb. Allerdings sind hier alle Aschenablagerungssteller... kommen zugänglich. Auch für die Entwässerung war reichlich... vorhanden.

Die Anwendungsfähigkeit der verschiedenen Systeme richt... eben nach den Platzverhältnissen und der Verschiedenartigke... verfeuerten Brennstoffe, bei der Wasserförderung auch nach der ... handensein der notwendigen Wassermengen. Wenn hierbei da... wendete Wasser auch immer wieder gebraucht werden kann, s... immerhin ein gewisser Wasserverlust durch Verdampfung ein... Die von mir beschriebene Anlage wurde seiner Zeit nach einge... Prüfung der verschiedenen Pläne in bezug auf den einfachen ... und die Raumverhältnisse als am geeignetsten zur Ausführung an... men. Bezüglich der Wirtschaftlichkeit kann ich nur auf d... Schlusse meines Aufsatzes Gesagte verweisen. Darnach ist die S...luft- (nicht Druckluft-) Förderung im vorliegenden Falle nic... billiger, sondern auch reinlicher als die Handförderung. [D...] Cassel. Rich. Baum...

Schluß des Textteiles.

Für die Schriftleitung verantwortlich: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7, Sommerstr. 4a. — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beutl...

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

N. 50 SONNABEND, 13. DEZEMBER 1924 BD. 68

Kraftverkehr.

INHALT:

Fortschritte im Kraftwagenbau[1].

Von Dr. techn. A. Heller, Berlin.

Gesamtanordnung — Das Brennstoffproblem — Zündung.

...ie neueren Bestrebungen im Bau von Kraftfahrzeugen kann man grundsätzlich unterscheiden in solche, die unmittelbar den Konstrukteur berühren, und in Bestrebungen ...wirtschaftlicher Art, deren Ziele sich allerdings auch nicht ...klichen lassen, ohne daß der Konstrukteur tatkräftig mit...

Gesamtanordnung

...on den rein konstruktiven Bestrebungen seien zunächst ... allgemeine Aufgaben behandelt, die die Gesamt...ung des Kraftfahrzeuges beeinflussen können. Bei ...inen Personenwagen spielt zum Beispiel seit Jahren die ... des Kleinwagens eine ...e Rolle. Man ...ar schon lange ...t, den Aufbau ...ntergestells zu ...fachen, um ein ...s, für den Ge... der Volks... geeignetes ...ahrzeug zu ...en, aber man ... nicht sagen, ...iese Aufgabe ...zt eine befrie...e Lösung ge... hätte. So... man alle bis...n Versuche auf ... Gebiet, die ... zahlreich ... überblicken ...ist heute weni...ls jemals an...nen, daß, von ...fachungen in ...heiten abgesehen, das Untergestell des Kleinkraftwagens ...kunft wesentliche Unterschiede gegenüber dem Untergestell ...utigen mittleren Kraftwagens zeigen wird. Wie bei diesem ... man also auch beim Kleinkraftwagen die Maschine vorn ...ie treibende Achse hinten anordnen. Wahrscheinlich wer...ich die Kupplung und das Getriebe beim Kleinkraftwagen ...rundsätzliche Bauart und Anordnung beibehalten.

...ls ein neueres Beispiel von Kleinkraftwagen dieser Art ...etwa der 3/10 PS-Praga-Wagen angesehen werden, Abb. 1 ..., der seit einiger Zeit von der Böhmisch-Mähri...n Maschinenfabrik Kolben A.-G., Prag, gebaut wird. Die Maschine mit vier Zylindern von 50 mm Dmr. und 90 mm Hub hat seitlich angeordnete stehende Ventile, und ihre Kolben werden aus einer besonders widerstandfähigen Aluminium-Magnesium-Legierung gegossen. Die Maschine ist mit dem dreistufigen Wechselgetriebe zu einem an drei Stellen im Rahmen aufgehängten Block zusammengebaut und trägt vorn in der Verlängerung der Kurbelwelle die Lichtdynamo sowie am vorderen Ende der Steuerwelle den Verteiler für den Zündstrom, der beim Anlassen bis zu rd. 600 Uml./min aus der Batterie geliefert und in der bekannten Zündspule umgeformt wird. Von 600 Uml./min an liefert die Lichtmaschine den Zündstrom unmittelbar. Da somit der übliche Zündmagnet ganz fortfällt und die Maschine auch mit Thermosiphonkühlung ohne Umlaufpumpe arbeitet, so sind für den ganzen Zusammenbau der Maschine nur die beiden Zahnräder notwendig die die Steuerwelle antreiben. Auch die einfache Einscheibenkupplung mit trockenem Ferrodobelag und das dreistufige kurzgebaute Wechselgetriebe tragen nicht unwesentlich zur Vereinfachung des ganzen Aufbaues bei. Hinter dem Wechselgetriebe schließt sich eine offene Welle mit zwei Gummischeibengelenken für den Antrieb der Hinterachse an, deren Kegelräder gebogene Zähne nach Gleason haben und deren gesamte Rückwirkungen durch die Hinterfedern auf den Rahmen übertragen werden. Die Hinterachse ist nicht geteilt und soll sich auch ohne Ausgleichgetriebe im Betriebe recht gut bewähren. Nicht ohne Einfluß hierauf, wie überhaupt auf die gute Haltbarkeit dieses Wagens dürfte der Umstand sein, daß der Wagen nur mit sogenannten Ballonreifen von 715 × 115 mm Dmr. geliefert wird. Auf dem gepreßten Stahlblechrahmen von 1100 mm Spurweite und 2400 mm Radstand können offene oder geschlossene Kasten mit drei bequemen Sitzplätzen aufgebaut werden. Das Untergestell wiegt bei voller Ausrüstung nicht mehr als 440 kg.

Sechsrädriger Omnibus mit Riesenluftreifen.

[1] Erweiterte Bearbeitung eines am 2. Oktober im Österr. Verband des ...gehaltenen Vortrages.

Bei den schnellfahrenden Personenwagen befaßt man sich ferner schon seit einigen Jahren ziemlich eingehend mit der Frage, ob man aus Rücksicht auf die Verminderung des Luftwiderstandes die hergebrachte Form des Wagenaufbaues ändern und zu aerodynamisch günstigeren, sogenannten Stromlinienformen übergehen soll. An der Richtigkeit der vergleichenden Luftwiderstandmessungen an solchen Wagenformen, die z. B. von Rumpler, Jaray u. a. herrühren, ist heute wohl kaum mehr ein Zweifel möglich; man kann aus diesen Messungen schließen, daß man im allgemeinen schon bei verhältnismäßig geringer Fahrgeschwindigkeit etwa 10 vH im Kraftaufwand ersparen könnte, wenn man zur Anwendung von Stromlinienformen überginge. Trotzdem ist immer noch zweifelhaft, ob sich die große Masse der Käufer von Kraftwagen dazu bewegen lassen wird, die neuartige Wagenform anzunehmen; denn die bisherige Wagenform beruht auf einer langjährigen Entwicklung nach den Bedürfnissen im praktischen Gebrauch, und neben ihren Vorteilen haben die Stromlinienformen auch manche Nachteile, unter denen der Widerspruch gegen den herrschenden Geschmack nicht der geringste ist. Ihren praktischen Wert dürften aber die Messungen über das Verhalten verschiedener Wagenformen im Luftstrom immerhin behalten. Wenn sie auch nicht gerade zu der angestrebten grundsätzlichen Umbildung der Wagenformen führen werden, so haben sie doch gezeigt, in wie hohem Grad schon verhältnismäßig geringe Vorsprünge über das eigentliche Wagenprofil den Luftwiderstand beim Fahren beeinflussen können. Der Konstrukteure wird daher in Zu[kunft] sicherlich mehr als bisher darauf achten, solche Formen zu [ver]meiden, die den Luftwiderstand des Fahrzeuges unnötig [er]höhen.

Abb. 1 und 2. 3/10 PS-Pragawagen der Böhmisch-Mährischen Maschinenfabrik Kolben A.-G.

Von den verschiedenen Vorschlägen auf diesem G[ebiet] haben bis jetzt nur die von Dr.-Ing. Rumpler[1]) greifbar[e Er]gebnisse geliefert. Kraftwagen nach dieser Bauart w[erden] heute von der Rumpler-Motoren-Gesellschaft in Berlin-Reini[cken]dorf in größerem Maßstab hergestellt, nachdem die baul[ichen] Einzelheiten der schon seit einigen Jahren bekannten [Kon]struktionen in vieler Beziehung verbessert worden sind. G[rund]sätzlich hat sich dabei das Äußere des Fahrzeuges, A[bb. 3,] dessen Eigenart sich schon in der Anordnung der Sitz[e] gegenüber den Achsen ausdrückt und bei dessen Durchbil[dung] ganz planmäßig auf die Beseitigung jedes überflüssigen [Luft]widerstandes hingearbeitet wird, nicht wesentlich geä[ndert.] Zu erwähnen wäre in dieser Beziehung höchstens, daß [der] Wagenkasten über die ganze Länge des Untergestells, [d. h.] auch über die in der hinteren Spitze des Rahmens angeor[dnete] Maschinenanlage hinweg verlängert ist, und daß der da[durch] entstandene Raum hinter den Sitzen als Behälter für K[offer] oder Vorräte ausgenutzt wird.

Abb. 3. Kraftwagen mit Stromlinienform der Rumpler-Motorengesellschaft, Berlin-Reinickendorf.

Manche Fortschritte in baulicher Hinsicht zeigt der [Rah]men, Abb. 5, der mit den Querträgern aus sehr dünnem [Blech] geformt wird und wegen seiner geschlossenen Bauart in[sich] vollkommen steif ist. Die hohen Rahmenträger sind auf [jeder] Seite des Wagens mit großen Fenstern versehen, durch w[elche] man die mitgeführten Ersatzreifen einschieben kann. Die [Bie]gung der Rahmenträger ist so gewählt, daß die größte [Breite] des Wagenkastens etwa in die Mitte zwischen den Achsen [und] dorthin verlegt werden kann, wo die Fondsitze eingebaut w[erden.] Man erhält so, ohne das zulässige Breitenmaß zu überschr[eiten,] bequem Platz für drei Personen nebeneinander. Auß[erdem] lassen sich im Innern des Wagens auf den beiden vordere[n und] den dahinter angebrachten Klappsitzen weitere vier Per[sonen] unterbringen.

Die Federn, die fast ganz in der äußeren Tropfenfor[m des] Wagens verschwinden, sind am Rahmen und an den Ach[sen in] Kugeln gelagert, so daß jede Ecke des Wagens den Uneben[heiten] der Fahrbahn möglichst unbehindert folgen kann. Di[e Be]anspruchungen der Achsen durch Antrieb- und Bremsk[räfte]

Abb. 4. Rahmen eines Kraftwagens mit Stromlinienform.

[1]) Vergl. Z. Bd. 65 (1921) S. 1011.

…len mittels besonderer Stützen von den …ern grundsätzlich ferngehalten.

Bei den schweren Kraftfahr…gen, den Lastkraftwagen und den im …landverkehr besonders zukunftreichen …tomnibussen, hat man vielleicht nament… von dem Bestreben, die Ladefläche und …Tragfähigkeit zu steigern, wichtigere …erungen in der allgemeinen Anordnung …Untergestells zu erwarten. Um den Rad…k solcher Fahrzeuge nicht unzulässig … werden zu lassen, hat man z. B. wieder… vorgeschlagen, sie statt mit zwei mit … Achsen auszurüsten, was gestatten …ile, die Gesamtlast bei unveränderter …ie des höchsten Achsdruckes um etwa …älfte zu erhöhen. Nicht ganz leicht ist …dings die Frage zu lösen, wie man die …n Hinterachsen anordnen soll; denn … man vermeiden will, daß die Räder in Krümmungen seit… Gleitbewegungen ausführen, was die Schleudergefahr …ern könnte, so muß man eine von den Hinterachsen als …achse ausbilden, was man wegen der damit verbundenen …ickelteren Konstruktion gern umgehen möchte. Eine be…ers einfache Anordnung für Fahrzeuge dieser Bauart be… darin, daß man nur die mittlere Achse wie die übliche …rachse antreibt und die dritte Achse in einer Art Hilfs…en nachschleppt, der mit dem Hauptrahmen so weit be…ich verbunden wird, daß er sich in Krümmungen richtig …ellen kann. Allerdings eignet sich eine solche Bauart …für Fahrzeuge, bei denen man überhaupt keine Schwierig…n hat, das erforderliche Reibungsgewicht zu erhalten, …insbesondere für große Überlandomnibusse, die auf Luft… laufen.

Abb. 5. 5 t - Lastkraftwagen für Luftbereifung der Firma H. Büssing, Braunschweig.

Einen andern ebenfalls verhältnismäßig einfachen Weg hat …Firma H. Büssing, Braunschweig, bei ihren neuen …stkraftwagen für Luftbereifung, Abb. 5, gewählt. Die bei…Hinterachsen von 1225 mm Mittenabstand, s. a. Abb. 6 bis 8, … im Rahmen fest eingebaut und durch Wagebalken so ver…en, daß sich ihre Belastungen immer genau ausgleichen. Da …Abstand dieser beiden Achsen im Verhältnis zum gesamten …and von 5,3 bis 6,3 m gering ist, treten beim Fahren durch … Krümmung nur etwa 25 mm betragende Seitenverschiebun…auf, wenn man sich die hinterste Achse festgehalten denkt. …ber die beiden Hinterachsen stets gleichmäßig belastet sind, …nn man annehmen, daß sich das Fahrzeug in der Krüm… so verhält, als ob seine Hinterachse genau in der Mitte der … vorhandenen Achsen läge, daß sich also die Seitenver…ungen gleichmäßig und je zur Hälfte auf die beiden Hinter…n verteilen. Diese Seitenverschiebungen werden dann so gering, daß sie durch die seitliche Nachgiebigkeit der Luftreifen aufgenommen werden könnten. Ob sich die betreffenden Reifen nicht trotzdem infolge von Seitenverschiebungen schneller als andre abnutzen, muß die praktische Erfahrung zeigen; auch bei zweiachsigen Wagen an deren Hinderrädern doppelte Luftreifen angebracht sind, lassen sich übrigens geringe Seitenverschiebungen in der Krümmung nicht ganz verhindern, weil die Reifen trotz gleicher Umfangsgeschwindigkeit verschieden lange Wege durchlaufen müssen.

Abb. 6. Sechsräder-Omnibusrahmen von Büssing.

Zum Antrieb der beiden Hinterachsen dienen hier zwei getrennte parallele Wellen, die über Kugelgelenke an Kardanwellen angeschlossen sind. Bei dieser Anordnung gleichen sich etwaige Ungleichförmigkeiten im Widerstand am Umfang der Antriebräder innerhalb der langen Wellen leichter aus, ohne daß man besondere Ausgleichkupplungen einzubauen braucht. Durch die Kardanrohre werden ferner die Treib- und Bremskräfte der Achse auf getrennte Stellen des Rahmens übertragen, was für dessen Beanspruchung günstig ist, und Rückwirkungen der einen Achse auf die andre verhindert. Endlich bietet die Bauart noch den Vorteil, daß man für beide Achsen genau gleiche Einzelteile verwenden kann.

Abb. 7 und 8. Antrieb der Hinterachsen von Büssing.

Abb. 9.

Das Brennstoffproblem.

Gehen wir nun zu den Motoren über, so tritt uns als die wichtigste Aufgabe, deren Lösung die gesamte spätere Konstruktion der Fahrzeugmaschine bestimmen dürfte, die Frage des Brennstoffes entgegen. Es ist in der Tat nicht zu viel gesagt, wenn man behauptet, daß die ganze zukünftige Entwicklung im Automobilwesen und alles, was wir durch Mechanisierung des Straßenverkehrs erstreben, in der nächsten Zeit von der Frage abhä wird, ob es gelingt, Brennstoffe für schnellaufende Fahr maschinen zu beschaffen, die bei ausreichend billigem Prei notwendige Sicherheit im Betriebe darbieten.

Dabei soll durchaus nicht übersehen werden, daß ma der neueren Zeit, namentlich in den Kriegsjahren, wo alle lichen Ersatzbrennstoffe verbraucht werden mußten, sehr sehnliche Fortschritte in der Weiterbildung der bisherigen V gaserbauart gemacht hat. Insbesondere hat sich dabei sogenannte Bremsluftverfahren bewährt, das darin besteht, durch die Brennstoffdüse des Vergasers gleichzeitig mit flüssigen Brennstoff eine geringe Menge Luft angesaugt

Abb. 9 und 10. Vergaser der Pallas-Apparate-G. m. b. H.

Abb. 10.

Der große Erfolg dieses Verfahrens in der Praxis b wahrscheinlich nicht so sehr darauf, daß es ermöglicht Mischungsverhältnis zwischen Brennstoff und Luft in v Grenzen der Drehzahl sehr genau zu beherrschen, als vie darauf, daß die mitgerissene Luft die Zerstäubung des B stoffes sehr lebhaft unterstützt und daß dadurch eine güns Verbrennung im Zylinder erreicht wird. Diese Zerstäu kann man zwar auch bei andern Vergase arten herbeiführen, indem man den U druck an der Brennstoffdüse steigert; die Anwendbarkeit dieses Mittels hat sehr Grenzen, weil mit zunehmendem Unter im Vergaser die Zylinderladung verr wird, also das Drehmoment der Maschin nimmt. Daß die sogenannten Bremsdüse gaser eine gute Zerstäubung ermöglicht h ohne daß man den Unterdruck steigert, gar bei vermindertem Unterdruck an der hat wohl vor allem ihren entscheidenden I in der Praxis begründet.

Nach dem beschriebenen Verfahren, d erst beim sogenannten Zenith-Vergaser zu wendung kam, arbeiten daher heute die m neueren Vergaser. Eine der letzten Ba der Pallas-Apparate-G. m. b. H., lottenburg, ist in Abb. 9 im Teilschnitt u Abb. 10 in einem Schema dargestellt. über ein Filter a in der Richtung des zufließende Brennstoff wird im Schwim häuse b mittels des Nadelventils c und der Achse senkrecht geführten Schwimm ständig auf der gleichen Höhe gehalten; Höhe kann man durch Verstellen des Sc mers mittels der Distanzhülse e je nach spezifischen Gewicht des Brennstoffes regeln. Aus dem Schwimmergehäuse w die in der Bauart grundsätzlich gleiche nur in den Düsenabmessungen verschie Düsenstöcke f und f_1 für den regelmäßig trieb und für Leerlauf gespeist, die i Hauptsache aus Brennstoffdüsen g und g_1 düsen h und h_1 und Mischrohren i und stehen und schon in dem Mischrohr ei von Schaum aus Brennstoff und Luft her der in die Maschine abgesaugt wird. I liegenden Fall gelangt das Gemisch au Rohr i in eine wagerechte Injektordüse k, die ein weiterer Teil der Mischluft mit Geschwindigkeit einströmt, und wird

Abb. 11 und 12. Brennstoffsauger.

ig zerstäubt und gegen die Düse l geworfen, die eben- Mischluft durchläßt. Da die Düse l von einer zweiten m, Abb. 9, umschlossen wird, durch die der Rest der hluft zuströmt, und da daher am Rand der Düse l Unter- k gegenüber der Saugleitung der Maschine herrscht, so er- t man durch diese mehrfache Hintereinanderschaltung von üsen verhältnismäßig hohe, für die Zerstäubung günstige eschwindigkeiten, namentlich auch in der Düse k, ohne daß Unterdruck in der Saugleitung, also der Verlust der Ma- ne an volumetrischem Wirkungsgrad, hoch zu sein braucht. nher unterstützt die Luft, die außen an der Düse l vorbei- nt, das Verdampfen solcher Brennstoffteile, die sich, von Injektordüse k getrieben, innen an der Düse l flüssig nieder- lagen haben. Aus dem Mischrohr i_1 der Leerlaufdüse wird Kanal n gespeist, der am Rand der Drosselklappe o in die leitung mündet.

Verhältnismäßig schnell hat sich ferner das Verfahren, Vergaser mit Hilfe von sogenannten Brennstoff- gern aus den üblichen hinten im Rahmen angebrachten ltern mit Brennstoff zu versorgen, fast allgemein ein- rt. Die Anlage, Abb. 11 und 12, ist grundsätzlich eine in lmäßigen Zeitabständen mittels eines Schwimmers ge- rte Pumpe, die durch den Unterdruck in der Ansaug- ng der Maschine betrieben wird, und hat gegenüber früher üblichen Überdruck-Förderverfahren den Vorzug, Brennstoffbehälter und Brennstoffleitungen auch ein g undicht sein dürfen, ohne daß Brennstoff austreten Brände verursachen kann. Die eigentliche Pumpen- mer a wird in der obersten Stellung des Schwimmers b über Ventil c mit der Außenluft verbunden, wobei gleichzeitig Verbindung mit der Saugleitung über das Ventil d unter- hen wird. Infolgedessen entleert sich der Inhalt der mer über das Rohr e und das mit einem kleinen Gegen- icht versehene Fußventil f in den Hilfsbehälter g, der die penkammer umschließt und dessen Größe der Größe der hine angepaßt wird. Die ganze Vorrichtung wird am tzbrett des Wagens so angebracht, daß der Brennstoff aus Behälter g mit natürlichem Gefäll dem Vergaser zufließen . Ist die Pumpenkammer leer, so steuert der Schwimmer Ventile c und d um, so daß sich die Pumpenkammer wieder der Leitung vollsaugt.

Bei allen Versuchen, mit Vergasern der beschriebenen Art schwerere Brennstoffe, wie Petroleum oder Gasöl, in einen Entzündung des Zylinders geeigneten feinen Nebel aufzulösen, die Heizung der Vergaser von jeher eine wichtige gespielt. Leider gibt es hier mit zunehmendem Siedepunkt Brennstoffes sehr bald eine Grenze, wo die Anwendbarkeit Heizung versagt, weil mit steigender Vorwärmung des Ge- hes das Gewicht der Zylinderladung und daher das Dreh- ent der Maschine abnimmt, während gleichzeitig die Gefahr Selbstentzündungen zunimmt. Mit diesen Selbstzündungen auch das Klopfen[1]) der Maschine im Zusammenhang, das in neuerer Zeit viel Schwierigkeiten im Fahrzeugbetrieb verursacht hat; man versteht hierunter eine besondere Art von Zündungen, die sich unter schlagartig steigendem Druck vollziehen und ein fast klingendes Geräusch hervorrufen. Dabei überhitzt sich zumeist die Maschine sehr bald und ihre Leistung nimmt ab. Wahrscheinlich wird das Klopfen dadurch hervorgerufen, daß die sonst langsam fortschreitende Verbrennung beim Steigen des Druckes oder der Temperatur über eine gewisse Grenze durch eine Augenblicksverbrennung abgelöst wird, die den ganzen unverbrannten Rest der Zylinderladung ergreift. In den Vereinigten Staaten hat man durch planmäßige Versuche gewisse Metallverbindungen ausfindig gemacht, die, schon in sehr geringer Menge zugesetzt, die Neigung eines Brennstoffes zum Klopfen verringern und auch im Gebrauch ganz gefahrlos sein sollen. Bei uns könnte man dem Übel am wirksamsten durch Steigerung der Verwendung von Benzol für den Betrieb von Kraftwagen begegnen, da Benzol höhere Verdichtungsgrade verträgt, ohne daß Klopfen auftritt. Daneben kann man das Klopfen auch wirksam bekämpfen, wenn man für recht schnelles Ausbreiten der Verbrennung über die ganze Ladung des Zylinders sorgt, da man beobachtet hat, daß sich die Neigung einer gegebenen Maschine zum Klopfen unter sonst genau gleichen Verhältnissen vermindert, wenn man statt einer einzelnen Zündkerze zwei Zündkerzen anwendet.

Bei dem heutigen Verhältnis zwischen der Zunahme des Kraftverkehrs und der Zunahme in der Erzeugung leicht oder verhältnismäßig leicht verdampfbarer flüssiger Brennstoffe läßt sich aber doch voraussagen, daß die Zukunft des Kraftwagens eine Abkehr von den immer teurer werdenden Leichtbrennstoffen bringen wird. Während heute noch alle Kraftwagen von sogenannten Vergasermaschinen betrieben werden, bei denen das brennbare

[1]) Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 158.

Abb. 13.

Abb. 14.

Abb. 15.

Abb. 13 bis 15. Kompressorlose Ölmaschine der MAN, Werk Nürnberg.

Abb. 16.

Abb. 17.

Abb. 16 und **17.** Lastauto mit Kleingasanlage der Staatl. Ungarischen Maschinenfabrik.

Gemisch aus Luft und zerstäubtem Brennstoff in der Hauptsache außerhalb der Zylinder hergestellt wird, scheint die Zeit nicht mehr fern, wo wenigstens zunächst langsam laufende Maschinen von Lastkraftwagen als sogenannte Ölmaschinen mit unmittelbarer Einspritzung des Brennstoffes in die Zylinder arbeiten werden. Versuche nach dieser Richtung hin, wobei sowohl Lufteinspritzung als auch luftlose Einspritzung zur Anwendung gekommen sind, werden schon seit einigen Jahren angestellt. Die große Tragweite dieser Arbeiten beruht nicht nur einfach auf der Preisfrage, sondern auch darauf, daß man in absehbarer Zeit namentlich den so wichtigen Kraftverkehr auf Landstraßen von der Zufuhr an ausländischen Brennstoffen unabhängig machen und auf der andern Seite dem im Inland erzeugten flüssigen Brennstoff einen großen Markt erschließen könnte.

Von neueren Versuchen auf diesem Gebiet sei die neue kompressorlose Ölmaschine der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Werk Nürnberg, Abb. 13 bis 15, angeführt, die bei 1000 bis 1200 Uml./min mit vier Zylindern 40 bis 50 PS an der Bremse leistet und dabei nur wenig schwerer als eine gleich starke Vergasermaschine ist. Die Bauart der Maschine ist der von Vergasermaschinen möglichst angepaßt, wie schon

Abb. 18. Sauggaserzeuger für Fahrzeuge von Julius Pintsch, A.-G.

das Äußere erkennen läßt. An die Stelle von Vergaser
Zündmagnet tritt eine Brennstoffpumpe, an die Stelle der Z
kerzen treten Einspritzdüsen, die bequem auswechselbar
Die Maschine verdichtet reine Luft auf etwa 20 at, in die
oder ähnliche Brennstoffe unmittelbar eingespritzt werden,
wird ohne Hilfsbrennstoff mit der Hand oder mittels eines
tromotors angelassen, indem man zunächst durch Öffnen
Auspuffventile den Widerstand der Verdichtung vermindert.
Verbrauch an Brennstoff soll etwa 200 g/PS h betragen;
kommt die Wirtschaftlichkeit der Maschine namentlich im
betrieb zur Geltung, weil sich ihr Verbrauch bei vermind
Leistung nicht in dem gleichen Maß wie bei Vergasermasch
steigert. Vergleichsfahrten haben daher ergeben, daß die
schine, auf gleiche Wegstrecken bezogen, wesentlich wer
Brennstoff als die entsprechende Vergasermaschine verbra

Von den Versuchen, die Frage der Brennstoffkosten
dem Wege des Sauggasbetriebes zu lösen, ist, s
man es heute überhaupt übersehen kann, wahrscheinlich
örtlicher oder höchstens vorübergehender Erfolg zu erwa
obgleich die Vorteile des Sauggasbetriebes, was die r
Brennstoffkosten anlangt, einwandfrei feststehen; denn
allem kommen solche Anlagen nur für ganz schwere
zeuge in Betracht, wo das nicht unerhebliche Ge
des Sauggaserzeugers und der Reiniger sowie nicht zu
der Raumbedarf der spezifisch schweren festen Brennstoffe
entscheidende Rolle spielen. Abgesehen aber davon, daß
Gewicht und der Raumbedarf der Sauggasanlage in jedem
die Ladefähigkeit des Fahrzeuges verringern, gibt die üb

Abb. 19 und **20.** Schmalspurlokomotive mit Sauggasbetrieb.

Abb. 21. Antriebgruppe zu der Schmalspurlokomotive, Abb. 19 und 20.

...zeugmaschine für flüssigen Brennstoff beim Betrieb mit ...gas nur 60 bis 70 vH derjenigen Höchstleistung her, die ...ei Betrieb mit Benzin oder Benzol hätte; man könnte zwar ...n Ausfall an Leistung durch Erhöhen des Verdichtungsver...isses zum Teil beseitigen, dann erschwert man sich aber ...ückkehr zum Betrieb mit flüssigem Brennstoff, die man für ...Notfall niemals missen kann.

Nichtsdestoweniger werden die Versuche auf diesem Gebiet ...erschiedenen Stellen im In- und Ausland eifrig fortgeführt. ... neueren Arbeiten dieser Art seien z. B. die bei der ...atlichen Ungarischen Maschinenfabrik, ...pest, erwähnt; bei deren Kleingasanlage, Abb. 16 und 17, ... zum Kühlen und Reinigen des Gases im wesentlichen ...inziger an der Längsseite des Fahrzeuges angeordneter ... verhältnismäßig kleiner Behälter, dessen mit Wasser...ng versehenen Unterteil man sehr bequem abnehmen ...reinigen kann. Im oberen Teil des Behälters befindet sich ... einem lose eingelegten Siebboden eine Koksfüllung, die ... die Erschütterungen bei der Fahrt und durch das vom ...mitgerissene Wasser ständig feucht gehalten wird. Das ... die Maschine aus dem Gaserzeuger abgesaugte Gas wird ...hst von einer senkrechten Scheidewand nach unter gegen die ...erfüllung des Reinigers geleitet und tritt dann durch die Koks...ng in den oberen zylindrischen ...des Reinigers, der aus mehreren ...hüllen besteht und außen und ... durch den Fahrwind gekühlt ... Im hinteren Teil ist auch hier ...kleine Koksfüllung zum Reini...es Gases untergebracht, die sich ... Öffnen des Deckels und Her...ehen eines Rostes bequem er...n läßt.

...ekannt sind ferner die Arbei... welche die Firma Julius ...itsch A.-G. in der Durchbil... des Sauggaserzeugers für ...zeugbetriebe geleistet hat. Ihr ...gaserzeuger hat im senkrechten ...chacht eine verhältnismäßig ...e Ausmauerung, die von einem ...mantel umgeben ist und deren ...trahlung dazu benutzt wird, um ...nem Doppelmantel des Schach...ampf zu erzeugen. Durch diese ...ahme wird eine verhältnis...g leichte Bauart des Gaserzeu... ermöglicht, s. Abb. 18. Auf ...Eisenbahntechnischen Ausstel... in Seddin führte die Firma ...s Pintsch A.-G. eine Schmal...okomotive mit Sauggasbetrieb, ... 19 und 20, vor, deren Antrieb...e, Abb. 21, eine Vierzylinder...hine mit Luftkühlung und ange...m dreistufigen Getriebe für ...ärts- und Rückwärtsgang, die ...Austro-Daimler-A.-G., Wiener Neustadt, durchgebildet hat. Die Bauart dieser Maschine beruht auf Erfahrungen, die schon während des Krieges mit ähnlichen Schmalspurtriebwagen für Benzinbetrieb gemacht worden sind, und durch besondere Maßnahmen ist es gelungen, die Leistung der Maschine bei Betrieb mit Sauggas auf etwa 8 PS zu steigern, ohne daß Störungen in der Kühlung auftreten.

In Abb. 22 bis 25 ist ferner ein Excelsior-Kraftpflug der Österreichischen Automobil-Fabriks-A.-G. vorm. Austro-Fiat dargestellt, in den ein Holzkohlen-Gaserzeuger der Firma S. Rothmüller A.-G., Wien, eingebaut ist. Diese Gasanlage kennzeichnet sich insbesondre durch die Ausbildung des Kühlers als System von parallelen Rohren, das den mit Holzwolle gefüllten Trockner und den mit Koksstücken gefüllten Reiniger verbindet und hoch über der Maschine angeordnet wird, so daß sich am Fuß des aufsteigenden Rohrstranges Verunreinigungen des Gases niederschlagen können. Der Gaserzeuger wird über einen exzentrisch drehbaren Einfülltrichter beschickt, der vor dem Anschluß an den Gasraum gefüllt werden kann. Der Wasserraum befindet sich im obersten Teil des Brennschachtes und ist mit einem zum Achsenkasten führenden Überlauf versehen.

Abb. 22. Sauggas-Kraftpflug.

Abb. 23 bis 25. Excelsior-Kraftpflug der Österreich. Automobil-Fabriks-A.-G. mit Sauggasbetrieb.

Zündung.

Solange wir allerdings das nächste Ziel, den Übergang zum Ölmaschinenantrieb, beim Kraftwagen nicht erreicht haben, bleibt der Automobilmotor auch weiterhin vom Vorhandensein einer betriebsicher wirkenden elektrischen Zündung abhängig.

Auch hierin ist in neuerer Zeit so mancher technische Fortschritt zu verzeichnen; da man die Drehzahl der Maschinen im allgemeinen annähernd verdoppelt hat, mußte man sich bemühen, auch bei den Zündmagneten trotz der hohen Drehzahl die gewohnte Zuverlässigkeit zu erhalten. Daneben vollzieht sich aber, wenn auch vorerst noch etwas langsam, eine gewisse Rückkehr von der jahrelang fast ausschließlich benutzten Magnetzündung zur früheren Batteriezündung; diese Bestrebungen stehen im Zusammenhang damit, daß heute fast alle, selbst die kleinsten, Kraftwagen mit einer elektrischen Licht- und Anlasseranlage versehen werden, also schon aus diesem Grund eine sich selbsttätig aufladende Akkumulatorenbatterie erhalten müssen. Da diese Batterie eine Zündspule immer noch durchaus betriebsicher speisen kann, auch wenn ihre Stromstärke längst nicht mehr für den Betrieb des Anlaßelektromotors genügt, so darf man annehmen, daß eine solche Batteriezündung wegen Strommangels nur ganz selten versagen wird. Die elektrische Anlassera überwacht also sozusagen selbsttätig die Betriebfähigkei elektrischen Zündanlage. Dazu kommt, daß die Industri Trockenbatterien, z. B. für Taschenlampen, heute einen so Umfang erlangt hat, daß man eine Trockenbatterie fast ü kaufen kann; sollte also wirklich einmal die Akkumulat batterie ganz versagen, so könnte man den Wagen mittels Trockenbatterie immer noch zur Not bis zum nächsten Or bringen. Die Ersparnisse an Baukosten beim Fortfall des Z magneten spielen bei den Kleinkraftwagen eine wichtige Daher hat man namentlich bei diesen Wagen die ersten, zie erfolgreichen Versuche mit Batteriezündungen gemacht.

Ferner soll nicht unerwähnt bleiben, daß auch an die W standsfähigkeit der Zündkerzen gegen hohe Tempera und Drücke mit dem gesteigerten Verdichtungsverhältnis der zeitlichen Fahrzeugmaschine erhöhte Anforderungen gestellt den, denen man durch vertiefte Erforschung des Verhaltens Baustoffe für Elektroden und Isolatoren bei starker Erwär zu entsprechen versucht.

Weitere Berichte über Fortschritte werden demnächst f

[B 8

Zur neuen Berliner Straßenordnung.

Trotz mancher nicht unangebrachter Kritiken ist der vor einigen Tagen von der Berliner Verkehrpolizei herausgegebene Entwurf einer neuen Verkehrordnung vom Standpunkt der Kraftfahrtechnik warm zu begrüßen; ist er doch der erste ernstliche Versuch, der Unordnung abzuhelfen, die seit einiger Zeit im Berliner Verkehr eingerissen war und die namentlich alle Möglichkeiten des Kaftwagenverkehrs zu ersticken drohte. Daß ein solcher erster Versuch nicht ganz ohne Lücken sein und nicht allen Wünschen gerecht werden konnte, liegt auf der Hand; es muß vorerst genügen, wenn die in dem Entwurf zum Ausdruck gebrachten Bestrebungen als wirksame Mittel zur Beseitigung der bestehenden Mängel angesehen werden dürfen, und das ist vom Standpunkt des Kraftwagenverkehrs sicher der Fall.

Die Verkehrordnung mußte mit den nun einmal vorhandenen Straßenbreiten rechnen, die schon längst nicht mehr dem gesteigerten Verkehr angepaßt sind; um daher dem Hauptübel des heutigen Zustandes, der Verstopfung der Fahrdämme in den verkehrreichen Straßen, zu steuern, mußte das Halteverbot, das schon früher an manchen Stellen bestanden hat, wesentlich ausgedehnt werden. Natürlich bedeutet dieses Verbot für manche Fahrzeuge, namentlich für Droschken, eine Erschwerung; bei richtiger Auswahl der Halteplätze in den Nebenstraßen tritt aber dieser Nachteil gegenüber dem Fortschritt der ungehinderten Durchfahrt weit zurück. Das Gleiche ist bezüglich der Verbote zu sagen, in derartigen Straßen zu wenden oder auf der falschen Seite zu halten. Wie wichtig solche Verbote für durchgehende Verkehrstraßen sind, wird jeder wissen, der die Schwierigkeiten, das belebte Zentrum einer größeren Stadt in beliebiger Richtung zu durchfahren, am eigenen Fahrzeug erlebt hat.

Von dem Gesichtspunkt, daß die neue Verkehrordnung mit den nun einmal vorhandenen Verhältnissen rechnen muß und nur das Ziel verfolgen kann, unter diesen Umständen die bestmögliche Verbesserung zu erreichen, ist auch die Haltung zu verstehen, die die Verkehrordnung den vorhandenen öffentlichen Verkehrmitteln, namentlich der Straßenbahn gegenüber, einnimmt. Daß sich die Straßenbahn im Zentrum großer Städte, wo die Straßen immer eng sind, überlebt hat, ist schon lange bekannt; ebenso bekannt ist aber auch, daß wir es uns heute einfach nicht leisten können, den Wert, den die Anlagen der Straßenbahn darstellen, zu vernichten und dieses Verkehrmittel durch das in jedem Fall kostspieligere des Kraftomnibusses zu ersetzen. Hier kann also nur die Zeit und die technische Entwicklung helfen, und bis dahin muß man sich leider damit abfinden, daß die Mitte der meisten Verkehrstraßen von den Gleisen der Straßenbahn in Anspruch genommen wird, der zudem auch noch ein erhöhter gesetzlicher Schutz zur Seite steht.

Wenn somit den Absichten der neuen Verkehrordnung an dieser Stelle im wesentlichen zugestimmt wird, so ist damit nicht gesagt, daß die bisher veröffentlichten Vorschläge auch für den Kraftverkehr ausreichen. So fehlt es vorerst an einem Hinweis darauf, daß der Verkehr nicht durch zu geringe Geschwindigkeit, beispielsweise von Handwagen, behindert werden darf, daß langsam fahrende Wagen sich unbedingt hart an der Bordschwelle halten müssen, damit sie leicht überholt werden können, daß sich auch die Radfahrer in den Straßenverkehr einordnen müssen usw. Sehr wichtig dürfte, wie schon angedeutet, die Auswahl der Halteplätze sein, die natürlich das Bedürfnis genau berücksichtigen muß und große Erfahrung erfordert. Ob hier die Eigenart der Berliner Straßenanlagen nicht einen großen Strich durch ganzen Plan machen wird, weil es einfach unmöglich ist, beispiels in der Nähe des Potsdamer Platzes, ausreichend große Haltplät schaffen, läßt sich noch nicht übersehen.

Besonders wichtig für den Kraftverkehr, vor allem für die Ha des Kraftwagenführers bei Unfällen, sind endlich auch die Bestim gen der Verkehrordnung hinsichtlich des Verhaltens der Fußgä in richtiger Erkenntnis, daß ein geregelter Straßenverkehr nur de ist, wenn sich auch die Fußgänger in den Verkehr einordnen, wir stimmt, daß Verkehrstraßen nur an den Straßenecken oder an besonders dafür vorgezeichneten Stellen überquert werden dürfen. gegen diese Vorschrift handelt, trägt seine Haut zu Markt und wenn ihm ein Unfall zustößt, nicht verlangen, daß der Wagenf bestraft wird.

[N 9

Etwas über Kraftwagenheizung.

Von maßgebender Seite wird uns zu dieser Frage geschrieber Mit dem Eintritt kälterer Witterung werden auch wieder eine elektrischer Heizvorrichtungen: Heizplatten, Heizkissen, für den K wagen angepriesen, und zwar meist mit dem Hinweis auf einen ä geringen Stromverbrauch. Der Anschluß an die bereits vorhandene trische Lichtanlage wird dabei als selbstverständlich vorausgesetz

Berücksichtigt man dabei den Stromverbrauch, der bei der im W zur Verfügung stehenden niedrigen Spannung von 12 V nicht 4 oder 5 A liegen kann, wenn überhaupt eine einigermaßen ausreic Heizwirkung erreicht werden soll, meist aber bedeutend höher sein so bedeutet dieser Strom für die elektrische Lichtanlage eine gan trächtliche Zusatzbelastung, wofür die Anlage ursprünglich gar eingerichtet war. Selbst wenn die Lichtmaschinenleistung 120 bis beträgt, was jedoch nur für sehr große Personenwagen mit Anlass trifft, ist dieser zusätzliche Stromverbrauch sowohl für die Lichtma als auch für die Batterie auf die Dauer unerträglich hoch.

Die Lichtanlage eines Wagens ist so bemessen, daß die Lichtma während der Tagfahrt die Batterie auflädt, die durch das Anlasse vielleicht auch bei längerem Stillstand des Wagens mit brenn Lampen entladen ist; hierzu ist die volle Maschinenleistung erford Die Lichtmaschine kann also während dieser Zeit nicht auch noch Leistung von 50 bis 60 W, die die Heizkörper verbrauchen, nebenhe geben. Sonst versagen entweder die Lichtmaschine und die Ba vorzeitig oder sie werden gar zerstört, ganz abgesehen von Beschä gen durch Kurzschlüsse, die bei den Heizvorrichtungen, wie di fahrung zeigt, mehr oder weniger häufig vorkommen.

Jede an die Lichtanlage eines Kraftfahrzeugs angeschlossene vorrichtung, sie mag noch so gut ausgeführt sein, bedeutet also Gefährdung dieser Anlage. Hinzu kommt noch, daß das Ausschalte Heizvorrichtung sehr oft vergessen wird; die Batterie wird dadurch bald erschöpft sein und keinen Strom mehr liefern, wenn der wieder angelassen werden soll, ja sie kann sogar dadurch völlig stört werden.

Wer auf die Annehmlichkeit einer elektrischen Heizvorrichtung verzichten will, muß daher unbedingt eine besondere Stromquelle richten, sei es eine besondere Batterie, die von einer stationären S quelle aus immer wieder geladen wird, oder eine besondere Heizdy die vom Motor angetrieben wird, oder beides. Auf dise Weise ist schädliche Rückwirkung der Heizvorrichtung auf die elektrische und Anlasseranlage ausgeschlossen.

[N 1

Amerikanische Gütererzeugung.

Vorgetragen in der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure am 11. November 1924.

Von Direktor O. Knoop, Berlin.

Allgemeine Grundlagen der amerikanischen Industrie — Der Amerikaner als Produzent — Schnelligkeit der Herstellverfahren und des Umsatzes — Grundsätze des Arbeitsverfahrens: Beförderung der Werkstücke, Ausnutzung der Maschinen — Werkstoffe — Aufwendungen für die Fabrikation — Organisation: Genaue Vorausbestimmung des Herstellverfahrens, Anweisung und Schulung des Personals, Kenntnis der Maschinen — Verkauf.

Volkswirtschaftliche Verhältnisse.

Man kann über amerikanische Arbeit nicht sprechen, ohne die Volkswirtschaft des Landes zu streifen. Durch einige Wochen Aufenthalt in Amerika lernt man die dortige [...]swirtschaft natürlich nicht kennen; ich behaupte auch nicht, [...] Amerika das alleinseligmachende Land ist, und daß alles, [...] man dort findet, das allein Richtige ist und auf unsre Ver[...]isse übertragen werden muß. Ich darf aber nicht nur das be[...]n, wie ich es nicht machen soll, sondern muß das vorzu[...]gen versuchen, woran wir lernen sollen, um es vielleicht [...]r zu machen, was ich wohl für möglich halte. Das ist keine [...]hebung, sondern in der Sache selbst begründet. Jeder, der [...]merika war, wird die Auffassung gewonnen haben, daß die [...]icklung, die er dort gefunden hat, erst der Anfang ist. Es gibt [...] in der Volkswirtschaft Richtungen, die sich Bahn brechen [...]en, sobald die Volksdichte außergewöhnlich zugenommen [...] Wir in Deutschland haben in dieser Beziehung zweifellos [...]ufzuholen. Die Produktionsverhältnisse in Deutschland sind [...]nein schwierig. Wir sind durch Traditionen, so wert[...]sie sonst sind, in gewissem Maße gehemmt. Die Werkstatt[...] wissen, wie unendlich schwer es ist, neuen Gedanken eine [...]e Geltung zu verschaffen, daß sie von allen vollkommen [...]t und mit Begeisterung gefördert werden. Ich halte es manch[...] für wichtiger, seine Mitarbeiter mitzureißen, als viel zu [...]n, ohne es jedoch auf andre übertragen zu können.

Etwas aber ist notwendig: Unsre Volkswirtschaft darf [...] geschulmeistert werden. Wir leiden unter der Überfülle [...]zlicher Vorschriften und Strafbestimmungen. Wir sind in [...]etzten fünf Jahren dahin gekommen, die Wirtschaft durch [...]graphen regeln zu wollen. Gerade der erste Eindruck, [...] man drüben bekommt, ist der, daß dort der gesunde [...]chenverstand entscheidet und das moralische Bewußt[...] das im Menschen erzogen werden muß. Bei uns glau[...]ei jeder Sache zu viele Menschen mitreden zu müssen. Wenn [...]inen kleinen Bau, eine Garage errichten wollen, so dauert [...]nfmal so lange, bis wir die Erlaubnis zum Bau bekommen, [...]er Bau selbst dauert. Und so ist es überall, in der Steuer[...] usw.

Wir sprechen von einem sozialen Zeitalter. Ich kann mir nichts Sozialeres denken, als die Hebung der Warenerzeu[...] Das Sozialste ist und bleibt, daß wir durch die Erzeugung [...]Gütern den Wohlstand des Volkes heben. Ich kenne aber [...]Gesetz aus den letzten fünf Jahren, das produktionsfördernd [...] auch das über die Arbeitslosenunterstützung ist es nicht, [...] ich es auch gelten lassen will. Da sieht man mit Neid auf [...]ika; denn von diesen Gesichtspunkten aus muß man alles be[...]en, was die Gütererzeugung berührt.

Ist es nun nicht wirklich ein großes Rätsel, daß man Auto[...], Zigaretten usw. nirgends so billig kaufen kann wie dort, [...]ch drüben die Löhne viermal so hoch sind wie hier? Man [...]lt bei Ford für einen Wagen 295 $. Das ist gewiß kein [...] Luxuswagen und schließlich nicht das beste Erzeugnis der [...]ik; aber der Wagen ist brauchbar und preiswert. In [...]chland könnte kein Fertigprodukt von ähnlicher technischer [...]earbeitung für 1,65 ℳ/kg geliefert werden.

Wenn man bei uns die Kosten berechnet, so ist das Erzeug[...] [...]hon zu teuer, bevor der Werkstoff auf die Bahn gebracht [...]efördert wird und bevor ein Pfennig Arbeitslohn ausgegeben [...]r nicht zu denken an den Verkauf usw. Ich glaube, daß [...]r den Preis, für den man drüben ein fertiges Automobil be[...]t, nicht einmal die Materialien kaufen können. Ich könnte [...]Beispiele von landwirtschaftlichen Maschinen anführen, aber [...]fte nicht nötig sein, nachdem ich auf ein in Bearbeitung [...]Werkstoff so hochwertiges Fabrikat wie das Automobil hin[...]en habe. Bei Rohstoffen, Gießerei- und Walzwerkerzeug[...], ebenso bei Halbfabrikaten ist der Preis immer etwa um [...] niedriger, obgleich in Amerika vierfache Arbeitslöhne be[...] werden.

[...]ewiß ist das zum großen Teil auf die Massenerzeugung zu[...]führen. Aber auch wenn man den Vergleich auf Gegenstände ausdehnt, die nicht in Massen hergestellt werden: z. B. Werkzeugmaschinen, landwirtschaftliche Maschinen, um einige Stichproben zu nennen, so findet man das gleiche. Bei einer Nachrechnung habe ich eine Kurve erhalten, die ich so beschreiben möchte: Wenn das Rohmaterial in der Erde liegt, kostet es drüben in Amerika nicht mehr als bei uns, d. h. nichts, doch je mehr sich das Fertigerzeugnis verfeinert, desto mehr geht die Kurve der Selbstkosten in Deutschland nach oben, in Amerika aber steigt sie viel weniger.

Die Frage zu beantworten, woher das kommt, ist natürlich nicht ganz leicht. Ich möchte hierfür einige ganz besondere Gründe anführen: Soviel steht fest, wenn drüben gearbeitet wird, so sehen nicht so viel Leute zu wie bei uns, und wenn etwas erbaut und getan wird, wird zweifellos nicht so viel hineingeredet wie bei uns. Ich habe den Eindruck, als ob die Amerikaner nicht so viel Beamte hätten wie wir, und als ob die Produktion nicht so belastet wäre mit allerlei Angelegenheiten, die eigentlich die Gütererzeugung nichts angehen. Sind aber die Fabrikanten und Betriebsleiter dazu da, um dem Staat Handlangerdienste zu leisten? Fördert das die Produktion, wenn der Leiter der Fabrik auch mit der Organisation derartiger Dinge in Anspruch genommen wird? Das sind Hemmnisse, die natürlich dem Gedanken einer schnellen Entwicklung der Gütererzeugung geradezu entgegenstehen.

Zur Entwicklung der amerikanischen Produktion selbst muß noch etwas Wichtiges erwähnt werden. Es gibt in Amerika noch rückschrittlichere Fabrikationsbetriebe als bei uns, und daneben hochentwickelte Betriebe mit vorzüglichen Werkstatteinrichtungen und ganz modernen Verfahren. Das ist in der Entwicklung der Produktionsverhältnisse in Amerika begründet. Wir dürfen nicht vergessen, daß Amerika nach dem Bürgerkrieg von 1864 noch ärmer war als wir heute sind. Denn auch die Armut muß man immer als etwas Relatives betrachten. Eine Armut im Jahre 1864 war etwas andres, als eine Armut von heute es ist. In der damaligen Zeit war sie viel schwerer zu beheben, weil die Kenntnisse, Erfahrungen, Einrichtungen usw. den Leuten damals nicht so zur Verfügung standen. Man denke z. B. an den 30jährigen Krieg. Für eine hochentwickelte Gütererzeugung fehlten die Verbindungen von Mensch zu Mensch, von Stadt zu Stadt usw. Ganz anders ist es heute. Wir verfügen über Erfahrungen, über geschulte Menschen, geregelte Verkehrsverhältnisse und können infolgedessen leichter über den wirtschaftlichen Tiefstand eine Brücke schlagen.

In Amerika fing eigentlich erst 1864 eine Industrie an. Begünstigt wurde sie durch den ungeheuren Reichtum des Landes an Rohstoffen. Aber auch diesen Umstand muß man im Verhältnis zu den andern Wirtschaftsfaktoren beurteilen. Wir haben nicht weniger Rohstoffe, wenn wir die Größe des Landes in Betracht ziehen. Wir dürfen auch nicht Deutschland allein, sondern müssen ganz Europa vor Augen haben in der Bewirtschaftung der Rohstoffe, wenn man Amerika als Mitbewerber hat. Wir sind in Europa aufeinander angewiesen und müssen Mittel und Wege suchen, um die Rohstoffe zu erschließen.

Der Kreis, dem ich hier meine Ausführungen mache, erscheint mir für die Zukunft ganz besonders berufen, eine führende Rolle in unserer Volkswirtschaft einzunehmen. Denn die berufsmäßigen Gesetzgeber lassen keinen Baum wachsen, kein Schwein fetter werden und keine Maschine entstehen. Der Volkswohlstand und die Förderung der Wirtschaft liegt an uns, und wir müssen schließlich auch das eine und das andre unternehmen, damit wir den nötigen Einfluß bekommen. Gerade der Verein deutscher Ingenieure wäre die berufene Instanz, die bei den gesetzgebenden Körperschaften vieles bessern könnte durch den Nachweis, welche Hindernisse gegen die Hebung der Produktion manchmal dort errichtet werden. Auf uns kommt es schließlich an, unserm Volk die Führer zu stellen, um durch die Erzeugung von möglichst vielen Gütern den Wohlstand zu fördern. Denn das haben wir in den letzten fünf Jahren zweifellos erfahren, durch hohe Löhne und Gehälter, denen die Kaufkraft fehlt, schaffen wir keinen Wohlstand. Es kommt nicht darauf an, wieviel wir

verdienen, sondern wichtiger ist, daß wir alles kaufen können, und das ist nur möglich, wenn wir es billig, gut und in genügender Menge herstellen.

Auch die Zollverhandlungen müssen unter dem Gesichtspunkt betrachtet werden, daß es sich um etwas Vorübergehendes handelt, wenn wir uns für die Zukunft nicht schaden wollen. Die Wettbewerbfähigkeit im eigenen Lande darf nicht erster Leitsatz sein. Für ein Volk, das ausführen muß, um leben zu können, darf nur die Frage gelten, wie es auf dem Weltmarkt exportfähig wird, und damit ist es bei uns nicht gut bestellt, während wir drüben ein Land sehen, daß trotz vierfacher Löhne exportfähig ist, u. zw. mehr als wir, wenn auch nicht auf allen Gebieten.

Also von diesem Gesichtspunkt aus kann man Amerika loben. Es ist heute entschieden das produktivste Land der Welt, das auf den Kopf der Bevölkerung erheblich mehr erzeugt, seien es nun Kohlen oder Eisen oder Automobile, als irgend ein andres Land. Sonst wäre das Land eben nicht so reich.

Ich komme nun zum

Produktionswesen im allgemeinen.

Ich schicke dabei voraus, daß die Vorräte in Amerika soweit Rohstoffe in Betracht kommen, der Industrie viel leichter zugänglich sind als bei uns. Während in Deutschland bei jeder Bestellung viel Zeit verloren geht, ehe man das Material heranbekommt, sind die Werkstoffe drüben in erstaunlich großer Menge vorrätig und werden schnell geliefert, obwohl häufig die Entfernungen viel größer sind. Welch große Rolle Verkehrssicherheit und Schnelligkeit für die Güter- und Menschenbeförderung spielen, brauche ich nicht zu erwähnen. Wir dürfen nicht denken, es sei kein Wunder, daß die Amerikaner so leistungsfähig sind, weil sie eben eine ungeheure Massenfabrikation haben. Das wäre nicht richtig. Denn die Leute fangen nicht mit Massenfabrikation an, sondern haben es erst mit der Zeit dazu gebracht. Wenn wir noch keine Massenerzeugung haben, so müssen wir eben eine solche schaffen. Damit, daß wir die Hände in den Schoß legen und sagen, die Leute haben einen ungeheuren Absatz und können ungeheure Massen herstellen, damit ist nichts getan. Wir müssen Wege suchen, eine solche Massenerzeugung aufzurichten, und wenn wir sie in Deutschland nicht unterbringen können, so müssen wir es im Auslande tun, und das können wir, wenn wir billig und preiswert sind.

Dann kommt es darauf an, daß wir unsre Produktionsweise kritisch beurteilen und lernen, wo wir etwas besser machen können. Nun hat ja der Amerikaner eine besondere Ader, sich helfen zu können, eine gewisse Erfindergabe, ein mechanisches Talent, und das macht sich dort stark bemerkbar. Er hat eine gewisse praktische Art, Fragen im Handumdrehen zu lösen. Ich führe das zurück auf den Hilf-dir-selbst-Standpunkt. Schon die ersten Ansiedler mußten sich selbst helfen. Dieser Standpunkt hat die Leute selbständig gemacht. Ich habe selbst bei kleinen Jungen dieses Selbstbewußtsein finden können, ohne Hilfe vorwärts zu kommen und etwas durchzubringen. Ein Amerikaner hat mir das bestätigt. Er sagte: „Ja, das ist so bei uns, jeder glaubt, er habe den Marschallstab im Tornister, jeder glaubt, ein Ford werden zu können."

Dieser Standpunkt fördert auch einen Hauptpunkt, den wir auch bei uns nach und nach durchzuführen suchen müssen, nämlich daß man vor dem Arbeiten denken muß. Die Arbeit, die nicht vorher durchdacht wird, wird sehr teuer und dauert sehr lange. Mancher Fabrikherr hat mit den Konstrukteuren und mit den Zeichnungen gespart. Die Konstruktionen gingen halbfertig in die Werkstatt, und nachher gab es viel Ärger und Verlust, wenn immer geändert werden mußte und die Sache sehr teuer wurde. In Amerika ist man in dieser Beziehung ungemein gewissenhaft, ich möchte beinahe sagen, wissenschaftlich peinlich. Die Konstruktionsbureaus sind erstaunlich gut unterrichtet über die Preislage der Materialien auf dem Markt. Ich möchte bezweifeln, ob das bei uns auch so der Fall ist, ob sich das Konstruktionsbureau darum bekümmert, welchen Preis der Werkstoff hat und ob er nicht durch einen billigeren ersetzt werden kann.

Normen erleichtern natürlich das Arbeiten. In Amerika sind auch die Werkstoffe genormt. Man kann dasselbe Material kaufen, wo man will. Man bekommt gleich die Vorschrift für die Feuerbehandlung mitgeliefert; die Güte des Materials ist wundervoll. Im Konstruktionsbureau wird selbstverständlich nach Normen gearbeitet. Bei Ford ist natürlich alles normal. Die Mengen der einzelnen Teile sind so groß, daß jeder Teil ein Normteil sein muß. Aber in andern Fabriken, wo mehrere Typen gebaut werden, in Werkzeugmaschinenfabriken z. B., wo man durchaus keine großen Mengen von einer Sorte herstellt, in manchen Bohrmaschinenfabriken, wo fast jede Bohrmaschine anders ist, auch da ist alles aus Normteilen zusammengesetzt.

Die Leute kennen genau die Werkzeuge, die zur Verfü
stehen, und richten sich in den Konstruktionen danach.
findet an den Stellen, wo man das Konstruktionsverfahre
besten studieren kann, d. h. in kleineren Fabriken mit 20
300 Arbeitern, daß die Konstruktionsbureaus fast so groß
wie die Fabrik. In einer Fabrik mit 200 Arbeitern habe ich
Stab von etwa 60 Konstrukteuren gefunden, für unsere Ve
nisse also erstaunlich viel. Berücksichtigt man aber die h
Löhne, dann wird man finden, daß die Voruntersuchung de
beit auf dem Papier unbedingt notwendig ist und die Herste
ungeheuer verbilligt und verkürzt.

Das Personal für das Konstruktionsbureau muß mit eine
wissen Rücksichtslosigkeit ausgewählt werden. Wenn in Am
z. B. jemand eintritt und in kurzer Zeit nicht etwas hervorb
was neu ist, so sagt man ihm freundlich: „Vielleicht habe
wo anders mehr Glück", und das ist auch häufig der Fall.
hörte z. B. von dem Leiter einer Fabrik, daß dieser seine
daraufhin studiert, auf welchem Gebiet sie besonders gesc
sind, und daß er sie als Inhaber eines Konzerns dann do
weiter empfiehlt, wo sie mehr leisten können.

Die Persönlichkeit für eine geistige Arbeit wird mit
gewissen Sorgfalt ausgewählt. Aber niemand wird gefragt,
seine Kenntnisse erworben habe, sondern die Hauptsache ist
er etwas kann. Der Manager einer Firma, der mir auc
Fabrik zeigte, war ein junger Mann von etwa 26 Jahren.
hatte dieses Amt erst ein halbes Jahr inne und war vorhe
Jahre Konstruktionschef gewesen. Man bedenke, in wel
Alter dieser Mann Konstruktionschef geworden ist! Er h
derselben Fabrik gelernt und seine ganze Ausbildung nu
bürgerlichen und Abendschulen genossen. Die Hauptsach
seine Kenntnisse schnell zum Vorschein zu bringen.

Man ist erstaunt über die Geschwindigkeit, mit der die ri
haften Bauten in die Höhe wachsen. Das ist aber nur mö
wenn vorher eine ungeheure, gewissenhafte geistige Arbe
leistet worden ist. Es wird lange überlegt, und wenn der
wurf dann fertig ist, wird nichts mehr geändert. Jeder Ar
vorgang muß bei einem so großen Bau schon vorher genau
gelegt werden. Wenn das nicht der Fall wäre, so könnte
kein Mensch einen solchen Bau bezahlen. Ermöglicht wi
aber durch die geistige Vorarbeit, die ganz allgemei
technischen Ausführungen geleistet wird.

Ich komme nun auf einen sehr wichtigen Umstand, den

Umsatz des Betriebskapitals.

Ich nenne einige Zahlen, die recht lehrreich sind: ung
geschätzt, wird sich das Betriebskapital in Deutschland im
höchstens dreimal umsetzen. Ich habe nun versucht, mir au
schiedenen Unterlagen ein Urteil zu bilden über die Fabrik
von Ford. Danach schätze ich vorsichtig, daß sich das K
50mal im Jahre umsetzt. Wohl gemerkt, ein 50maliger U
vom Rohstoff — Ford verhüttet das Erz ja selbst —
zur Ablieferung des Wagens an den Käufer. Wenn
nun auch mit 10 vH vom Umsatz als Nutzen gerechnet w
wie es bei uns üblich ist, was müßte da Ford verdienen?

Man sieht, daß auch darin eine gewisse Verbilligung
daß man für einen schnellen Umsatz sorgt. Ich glaube, i
Zeit, wo wir geschrieben haben, um bei unserm Liefer
etwas zu bestellen und Antwort bekommen, ist in Amerika
der Wagen fertig. Davon kann man sich überzeugen. Ich
z. B. versucht, den Werdegang eines Zylinders, vom Ro
angefangen, zu verfolgen, bis er zum Einbau kommt. Ich k
gar nicht so schnell laufen. Nur durch Rückfragen habe i
fahren, daß es 52 Minuten gedauert hat. Ich habe mir
Zylinder gemerkt und abgestoppt und fand die Zeit bestätig

Ich möchte mich hier nicht zu sehr auf Ford einstellen
ist Schrittmacher in der Automobilindustrie der Welt.
ist aber auch Schrittmacher für die andern Industrien. All
den es ihm nachmachen müssen. Den Grundsatz des rücks
los schnellen Umsatzes ohne irgendwelche Hemmungen bez
der Anschaffungen und der Höhe der Anlagekosten, die gar
Rolle spielen, wird sich jede Industrie aneignen müssen.
ist nun einmal ein großer Gesichtspunkt, aus dem man die
amerikanische Industrie ansehen muß. Ich habe diesen G
satz auch in andren und kleineren Werkstätten gefunden
einer Fabrik, wo abnehmbare Räder hergestellt werden,
mir das Blech gezeigt, aus dem die Räder hergestellt w
sollten. Ein Junge wurde beauftragt, das Blech beim Gang
Fabrikation zu verfolgen. Ich verlor den Jungen aus den A
Wie ich aber meine Besichtigung der Fabrik beendigt hatt
durch die Expedition ging, da lagen die Räder noch war
waren zur Reinigung durch ein warmes Bad geschickt w
schon auf den Wagen.

)ie Herstellung ist so ungeheuerlich schnell, daß gar

kein Lager

unden ist. Durch eine Tür geht der Rohstoff hinein und 1 die andre kommt das fertige Erzeugnis heraus. Wir finden n Grundsatz überall auch beim handwerkmäßigen eb. Ich wurde durch eine große Schneiderei geführt, in der ekannten Schurzhosen für Monteure hergestellt wurden. Die statt war vielleicht halb so groß wie der Vortragsaal hier genieurhaus, und doch wurden täglich 8000 solcher Anzüge ertigt. Es wäre ein Unding, wenn die Leute da mit Lagern Rohstoffen, Halbfabrikaten usw. arbeiten wollten. Auf n wichtigen Grundsatz möchte ich ganz besonders aufmerk-machen.

Das Arbeitsverfahren.

un zur Herstellung selbst. Ich komme damit auf die Trans-age. Zweifellos hat Ford sie vom Schlachthaus in Chikago ommen. Ich sage nicht, das möchte ich betonen, daß rein mechanische Beförderung unbedingt notwendig ist, um hohe Erzeugung zu erzielen. Für die höchste Produktion Massenherstellung will ich ihn gelten lassen. Um aber eine Produktion zu erreichen, ist es notwendig, daß man die statt nach dem richtigen Grundsatz aufbaut, daß man nicht die Werkzeugmaschinen nach Bohrerei, Fräserei, Dreherei gruppiert, sondern von der Frage ausgeht: Wie läuft ein tstück am schnellsten durch die Werkstatt? Dabei möge ein Schmiedeofen neben einer Feindrehbank zu stehen en. Das Opfer, das wir zu bringen glauben, wenn wir erkzeugmaschine nicht ausnützen, ist verhältnismäßig klein, man dagegen hält, welche Nebenarbeiten, welche Trans-hne usw. wegfallen, und wieviel öfter man das Kapital zen und so den eigenen Gewinn vergrößern kann, wenn den Arbeitsweg beim einzelnen Erzeugnis kleiner macht.

Möglicherweise hat dieser Weg dazu geführt, auf der andern viel rationeller zu arbeiten. Man findet deshalb bei sämt-Bearbeitungsverfahren eine weitgehende Spezialisierung, die Werkzeugmaschine in Frage kommt. Man findet mehr-ige Maschinen auf der ganzen Linie. Die Herstellung eines s mit dem Handtransport kennt man nicht, selbsttätigen Vor-wo es nur irgendwie geht. Man findet, soweit mechanische in Betracht kommt, den Grundsatz:

Arbeiter guckt nicht zu, wenn die Maschine itet, und die Maschine steht nicht still, wenn der Arbeiter arbeitet.

wir durch unsre Fabriken gehen, so finden wir im allge-, daß nur einer von beiden arbeitet, entweder die Maschine er Mann. Wenn die Maschine läuft, wartet er, bis sie sich altet. Er benutzt nicht einmal den selbsttätigen Vorschub, an der Drehbank usw. Das ist natürlich nicht ell, sondern der Transport ist beim kleinsten Loch zu be-. Während die Maschine bohrt, spannt der Mann auf andern Maschine bereits wieder ein, wechselt die Vorrich-aus usw. Diese sind in den verschiedensten Formen vor-. Die Werkstücke werden elektrisch, mit Preßluft oder ie festgespannt.

Die Tendenz beim Zusammenbau ist ähnlich. Nur a die einzelnen Arbeitsgänge viel mehr gegliedert als bei Ich habe nur eine einzige Fabrik gefunden, wo der Zu-nbau mit einer Teilschlosserei verbunden war. Sonst sucht einlich, das Arbeitstück schlosserfertig zu machen, so daß onteur nur den Schraubenschlüssel braucht. Welch eine ure Aufstapelung von Arbeitswerten ergibt sich beim ır, wenn dieser noch die Schlosserarbeiten mitverrichten Wenn wir aber durch die Zusammenbauwerkstätten gehen, ften bei uns etwa 10 Teile ruhen und nur an einem wird itet. In Amerika kommt alles vorgearbeitet in die Montage uß passen. Es werden teure Einrichtungen geschaffen, zu erreichen. In dem Zeitpunkt, wo montiert wird, darf pänchen und kein Grat mehr abgenommen werden. Da Gegenstand schon viel zu wertvoll, um irgend eine Ruhe en. Es ist das wieder ein anderer Grundsatz:

Der Werkstoff darf nicht ruhen.

h komme damit auf etwas Wichtiges, nämlich den

Werkstoff.

ie groß müßte eine Automobilfabrik sein, — angenommen Fabrik, in Amerika, die im Tag 1000 Wagen herstellt — lle Teile sechs Stunden lang im Härteofen eingesetzt würden, bei uns für nötig gehalten wird? Wie groß müßte eine Fabrik sein, wenn die Karosserien so lackiert würden wie bei uns? Das heißt, eine halbe Stunde wird angepinselt, und acht Stunden dauert das Trocknen! Man denke weiter an die Holzbearbeitung, was da auf dem Holzstapel lagern müßte, wenn sie so arbeiten wollten wie wir! Alles muß eben beweglich sein, und, das ist sehr wichtig, der Fertigfabrikant muß Einfluß auf den Rohstoff haben. Wir müssen den liefernden Werken mehr sagen, was wir vom Material verlangen. Ich will zugeben: es hängt mit den Rohstoffverhältnissen drüben zusammen; aber um wettbewerbfähig zu sein, muß unsre gesamte Industrie in der Rohstoffrage etwas tun. Wir müssen die Werkstoffe mehr auf den Zweck zuschneiden; sie dürfen nicht mehr so viele Arbeitsgänge durchmachen. Wir brauchen Werkstoffe höchster Güte. Einen Temperguß, wie wir ihn drüben gesehen haben, kennen wir hier gar nicht. Ich habe beobachtet, daß ein Gefäß aus Temperguß mit 3 at abgedrückt werden konnte, obwohl es ganz dünnwandig war. Gewalzte Stangen können auf die Drehbank genommen werden; sie laufen rund, so wenig Bearbeitungszugabe haben sie. Die Materialprüfungen in den Werkstätten, wie wir sie vornehmen müssen, kennt man gar nicht. Der Werkstoff ist eben von der gewünschten Güte, und man schwört darauf. Man findet einen Grauguß mit Silberglanz, von ganz vorzüglicher Beschaffenheit.

Von den Schmiedestücken habe ich, so vorzüglich wie das Halbfabrikat und der Rohstoff ist, den Eindruck, als ob Amerika mit der spanlosen Formung erst in größerem Maßstab beginne. Ein Vorsprung hierin besteht m. E. uns gegenüber nicht, und wir könnten zweifellos noch einen Vorsprung gewinnen. Mit unsern vorzüglichen chemischen Laboratorien, unsern Kenntnissen und unsrer Beweglichkeit können wir zum mindesten mitkommen, wenn wir die nötigen Aufwendungen machen. Diese

Aufwendungen für die Fabrikation

die überall notwendig sind, scheinen dort keine Schwierigkeiten zu machen infolge des Reichtums des Landes, und weil bis in die einflußreichsten Kreise ein ungemein großes Verständnis für die Produktion besteht. In Deutschland ist es im allgemeinen nicht leicht, Bank- oder Finanzkreisen klar zu machen, daß man für die Warenerzeugung bestimmte Mittel brauche, wenn man ein hohes Ziel erreichen will, sondern es wird gewöhnlich immer noch davon abgehandelt. In dieser Beziehung habe ich das Gefühl gehabt, als wenn drüben ein besseres Verständnis dafür bestände. Der Präsident einer großen Gesellschaft sagte mir: „Das ist für uns eine Bedingung, daß wir, wenn wir Kapital aufnehmen, uns auch die Leute ansehen, ob sie Verständnis haben." Er prägte ein Wort, das ich nicht leicht vergessen werde. Er sagte: „Wir können uns nicht konkurrenzlos machen dadurch, daß wir Patente haben, so wichtig und schön sie sind, aber es kann nicht alles nach Patenten gemacht werden. Für uns gibt es nur ein Ziel, daß wir in der Produktion einen solchen Vorsprung haben, daß uns niemand nachkommen kann, und dazu gehören Einrichtungen!"

Bei Ford bewundere ich weniger den großen Gedankengang, der bei der Entwicklung seines Werkes zugrunde gelegen hat, als die Kühnheit, mit der er die Ideen durchgeführt hat. Dazu gehört einmal, daß man den Herstellungsgang ganz genau kennt, und daß man weiß: Wenn ich den Herstellungsgang in der Hand habe, beherrsche ich auch den Absatz. Ich habe immer Absatz, wenn ich billig genug bin! Das trifft unbedingt für viele Erzeugnisse zu.

Die Organisation.

Ich möchte auf diesen Punkt nur insoweit eingehen, als man eigentlich den Eindruck gewinnt, je besser die Fabrikation eingerichtet ist, und je mehr Übersicht und klaren Blick der leitende Mann hat, desto weniger wird er organisieren. Man bedenke, daß es bei einer derart entwickelten Fabrikation, wie wir sie drüben gesehen haben, kein Akkordwesen gibt. Der Arbeiter arbeitet nur im Lohn. Der Arbeitsgang ist derart eingefädelt, daß, wenn der Mann nicht mitkommen kann, deshalb nicht die ganze Fabrikation aufhört, sondern es kommt eben ein andrer an seine Stelle. Dadurch ergeben sich natürlich Organisationsaufgaben ganz anderer Art, als wir sie bisher aufgefaßt haben. Man muß fragen: wie verteile ich die menschliche Arbeit auf die Art der Herstellung? Bei einem solchen Herstellungsgang wird es Arbeiten geben, bei denen der eine einmal eine Minute wartet, bevor er fünf Mnuten arbeiten kann, weil der Vordermann übermäßig beschäftigt ist. Das haben wir auch tatsächlich gesehen. Nicht alle sind gleich fleißig; aber dafür gibt es einen guten Ausweg. Wo eine sehr große Fingerfertigkeit einsetzen muß und besondere Kenntnisse und hohe Intelligenz notwendig sind, da stellt man die tüchtigsten Leute hin, die man auch besser bezahlt. Dazu kommt noch, daß man die Arbeitsgänge fortwährend studiert und

verbessert, damit die toten Zeiten verschwinden. Aber trotzdem ist es bewundernswert, daß man eine solche Leistung erzielt. In kürzester Zeit wird etwas hergestellt, obwohl viele Leute dabei sind, die sich nicht zu überanstrengen brauchen.

Eine andere sehr wichtige Frage sind die technischen Kenntnisse des Personals. Wir bilden uns ein, in Amerika sei alles spezialisiert, und bei uns alles universell. In bezug auf das Personal ist es nicht so. In Amerika verlangt man von jedem Menschen, daß er an dem Platz, wohin er gestellt wird, nach wenigen Anweisungen seine Arbeit verrichtet. Er kann das auch. Die Arbeiten sind ja nicht allzusehr verwickelt.

Wichtig ist aber dabei die Anweisung, das, was wir hier Arbeit des Meisters nennen. Man denke sich eine solche Abteilung, in der alle denkbaren Arbeiten vorkommen: Holzbearbeitung, Lackiererei, Schweißerei usw., und diese in die Hand eines Mannes gelegt. Man wird sagen: der kann nur die Sache beherrschen, wenn er alle Arbeitsvorgänge genau kennt.

Da das natürlich nicht immer möglich ist, so ergibt sich die Regelung, die wir beim Taylorsystem gefunden haben, wovon übrigens nicht allzuviel in Amerika zu sehen war. Das ist die Frage der Schulung des Anweisungspersonals, das nun wieder spezialisiert werden kann.

Nehmen wir z. B. an: der eine Instruktionsmeister weiß ganz genau Bescheid mit allen Bohrmaschinen, der andre mit allen Automaten. Da sehr häufig neue Maschinen kommen, muß eben immer jemand da sein, der sie von A bis Z beherrscht, um ein richtiger Instruktor zu sein für denjenigen, der an der Maschine arbeitet. Bei dem starken Arbeiterwechsel — bei Ford beträgt er etwa 10 vH im Monat — sind die Leute meist ungelernt, und man verfügt dort nicht über das in technischer Hinsicht gute Arbeiterpersonal wie bei uns. Da braucht man eben eine außerordentlich feinfühlige Organisation, um die nötigen Anweisungen in die Werkstatt zu bringen.

Ich habe mich z. B. über die vielleicht schwerste Aufgabe unterrichtet, das ist die Sattlerei und Tapeziererei. Arbeiten werden da von einem Deutschen geleitet. Er konstruiert Vorrichtungen und Maschinen, die sie dort für die Arbeit brauchen. Dieser ehemalige Werkzeugmacher hat mich in einer derart eingehenden Weise über die Arbeitsgänge in der Sattlerei informiert, daß man sich im ersten Augenblick sagen mußte, man hat ein Genie vor sich. Erst wenn man den Grundsatz der Entwicklung einer solchen Fabrik erkennt, begreift man es. Dieser Mann ist losgelöst von allem Kleinkram, der hier auf uns einstürmt, von Tarifverhandlungen, Schlichtungsausschuß usw. Er hat sich um keine Arbeiterfragen zu kümmern, um keinen Einkauf, sondern nur die Arbeitsgänge zu verfolgen.

Natürlich muß der, der als Vorgesetzter eine Abteilung leitet, auch etwas wissen. Ich habe gerade das auch sehr bewundert, daß jemand, der sich um solche Fragen theoretisch bekümmert hat, zuletzt zum guten Schulmeister werden kann, wenn man ihm dazu die nötige Bahn frei macht. Ich habe gesehen, wie manche Abteilungsleiter recht gut über alle Arbeitsgänge auf Maschinen unterrichtet sind. Ich glaube niemand wehe zu tun, aber es gibt wohl nicht viele Abteilungsvorsteher und kann es nach der Struktur, wie wir sie haben, auch nicht geben, die jeden Hebel an ihren Maschinen kennen, und jede Bedienungsmöglichkeit, und die auch wissen, was aus den Maschinen herauszuholen ist. So wie wir bei uns die Sache gemacht haben, ist das nicht möglich. In Amerika ist man aber so weit, daß der Abteilungsvorsteher zwar nicht soviel weiß wie der Ingenieur, aber mindestens soviel, ob sich für die und die Maschine der und der Mann eignet und ob er alles aus ihr herausholt.

Es ist sehr wichtig, auf die Eigenheiten des Menschen einzugehen und ihn auf den richtigen Platz zu stellen. Wir verlangen manchmal von den Leuten zu viel, weil wir die persönliche Eignung nicht berücksichtigen. Es ist zweifellos, daß einer, der drei Jahre die Dreherei gelernt hat, noch lange kein guter Dreher sein muß. Wir müssen bei der Auswahl mehr auf die Persönlichkeit sehen.

Ich möchte noch kurz auf den Ausbildungsgang zu sprechen kommen. Als Beispiel möchte ich anführen, daß man gerade die intelligentesten Leute für Maschinen heraussucht, bei denen wir merkwürdigerweise keine gelernten Arbeiter haben, wie für Zahnradfräsmaschinen, gewöhnliche Fräsmaschinen usw. Man muß sich fragen, ob nicht unsre Technik schon viel zu weit fortgeschritten ist, daß wir heute zwar Dreherlehrlinge, aber noch keine Fräserlehrlinge haben. Wird nicht von einem Fräser unter Umständen mehr Intelligenz verlangt als von einem Sp dreher? Das muß berücksichtigt werden. Wir müssen das sönliche, das möchte ich als Grundsatz aufstellen, mehr i Vordergrund stellen und zu studieren suchen.

Im allgemeinen ist die Kenntnis der Technik bei de beitern überhaupt nicht so einseitig, wir wir glauben. Daz der einzelne in vielzuviel Fabriken gearbeitet. Er arbeitet als Holzarbeiter, morgen als Metallarbeiter, übermorgen Pflasterer oder Motorführer usw., und man findet sehr oft l die nichts gelernt haben, aber doch sehr gut über Werk maschinen unterrichtet sind. Es ist erstaunlich, mit welc sunder Kritik die Leute die Konstruktionen von Werk maschinen und die Neuerungen auf dem Markt verfolgen.

Ich darf wohl sagen, bei uns ist es nicht so. Es feh uns an der Pflege; wir sollten darüber nachdenken, un möchte anregen, ob es nicht gut wäre, wenn wir Vortrags abhalten würden für das Personal vom Meister abwärts, es die Werkzeugmaschinen und die eigenen Werkzeuge kennen lernt. Das wäre eine der allerwichtigsten Aufgaben. müßten den Leuten mehr Unterlagen zur Verfügung steller mit sie alle Neuerungen auf dem Markte kennen lernen. Unterlagen, die ihnen jetzt zur Verfügung stehen, sind ge lich die Sachen, die sie aus Katalogen usw. kennen; sie v aber nicht, was es sonst gibt. Ein Meister kann bei uns empfehlen, die und die Maschine zu kaufen, weil er nicht was alles vorhanden ist. Es wäre durchaus nötig, daß wir Personal mehr schulen, daß wir ihm sagen, welche Masc Vorrichtungen, Einrichtungen, Arbeitsverfahren es gibt, dam sich selbst ein Urteil bilden können. Ich habe durchau Eindruck, daß wir bei der Intelligenz in Deutschland gar Furcht zu haben brauchen. Aber wir müssen uns von obe unten anders einstellen, wir müssen in sozialer Beziehung Personalfragen anders denken, wir müssen Anleitungen verstehen lernen, zu erziehen; wir dürfen nicht von jemand verlangen, wenn wir ihm nicht auch die Mittel geben, d es lernen kann.

Ich komme nun zum letzten Punkt, zum

Verkauf im allgemeinen.

Es liegt in der Natur des Menschen, daß er glaubt, we viel verkaufen kann, verdient er mehr und hat ein viel leic Leben. Das soll in vielen Ländern der Fall sein. Aber man den Amerikaner als Kaufmann kennen gelernt hat, s man sagen, daß auch hierin bei uns ein höherer Standpunl genommen werden muß. Man hat dort wirklich den Ein daß es die Kunst des Kaufmanns ist, den Bedarf zu reiz erzeugen, nicht etwa dadurch, daß man die Konkurrenz s macht, sondern, was ich drüben sehr angenehm empfunden daß man auch den Mitbewerber schätzt und das Gefühl h vornehm zu sein, wenn man ihn herabsetzt. Man such Verkauf und den Absatz dadurch zu steigern, daß man di teile klarmacht, die der Käufer hat, wenn er das Fabrik wirbt. Man findet eben keine Leute im Automobilfach, die irgend etwas und morgen Automobile verkaufen, weil sie Kratzfüßchen machen können vor der gnädigen Frau, s man findet dort Leute, die richtige Ratgeber des Publikums

Wenn man eine Werkzeugmaschine kauft, findet ma jemand, der genau sagt, was man mit der Maschine an kann. Er wird nicht sagen, daß andre Fabrikate schlech sondern dem Kunden klaren Wein einschenken und etw stimmtes empfehlen. Bei einer Firma, wo ich eine Zeichu uns vorlegte, wurde mir erfreulicherweise gesagt: dafür si nicht der richtige Lieferant, der andre ist besser dazu ge Man ist der Ansicht, ein Geschäft sei kein Geschäft, wenn beide Teile zufrieden sind. Wenn ich jemandem etwas und dieser nachher zur Ansicht kommt, er hätte besser etwas andres zu kaufen, so wird dieser Mann nicht meh Kunde bleiben.

Ich fasse meine Ausführungen kurz dahin zusammen amerikanische Produktion ist nicht eine Frage der Mas auch nicht eine Frage der Massenherstellung, nicht eine des Reichtums allein und nicht eine Folge dessen, daß di schen besonders klüger sind als wir, ist überhaupt keine frage, sondern eine Frage der Gesamteinstellung, der ge Herstellverfahren. Die Herstellung muß ein einheitlich dachtes, erzogenes Ganzes werden, angefangen vom Roherz Erde durch den ganzen Arbeitsvorgang hindurch, bis d nehmer die Ware in die Hand bekommt. [B

Technische Wirkungen gesteigerten Kraftwagenverkehrs.

Von Oberbaurat K. A. Müller, Berlin.

rag anläßlich der Aussprache des Deutschen Verbandes technisch-wissenschaftlicher Vereine zu Berlin am 15. Dezember 1924 über „Tagesfragen des Deutschen Automobilbaues".

Bei der Straße als Trägerin des Verkehrs muß der Erziehung zum Straßenverkehr, der Auswahl und Linienführung und der Aufbringung der erforderlichen Geldmittel die gleiche Aufmerksamkeit geschenkt werden wie dem Bau der Straßen selbst. Bei der Betriebstoffversorgung der Kraftwagen ist zwischen der Heimatversorgung und der Versorgung auf der Fahrt zu unterscheiden. Unterbringung der Personen-, Last- und Großkraftwagen.

Wir durchleben gegenwärtig eine völlige Umgestaltung unsres Verkehrswesens. Der Kraftwagen, noch vor wenigen Jahren ein Luxusgegenstand, entwickelt sich nem Gebrauchsartikel des täglichen Lebens und beginnt, dem Fuhrwerk, der Binnenschiffahrt, der Straßenbahn und der bahn erfolgreichen Wettbewerb zu machen. Diese Entwick- ist erfreulicherweise berufen, dem Wiederaufbau unsres darliegenden Wirtschaftslebens zu dienen, und muß deshalb mit Mitteln unterstützt werden. Die Entwicklung des Kraftvers und der mit ihm verwachsenen Industrien ist in der ganzen beispiellos rasch und umfassend gewesen, und in Deutschland en sich viele Hände regen müssen, wenn es nicht von den ugnissen andrer Länder auf diesem Gebiet überschwemmt en soll. Vor noch nicht 30 Jahren zeigte der amerikanische skönig Barnum in seinem Zelt einen der vier Kraftwagen, damals auf amerikanischen Straßen liefen; im Jahre 1923 n in dem gleichen Lande mehr als 15 Millionen Kraftwagen trieb. Die Amerikaner haben die Bedeutung dieses Verkehrsls sofort richtig erkannt und seiner Entwicklung die Wege ändnisvoll und großzügig geebnet. Wir stehen heute in schland mit rd. 200 000 Kraftwagen am Anfange dieser Entlung und dürfen keinen Tag mehr versäumen, das Feld zu llen, auf dem die fruchtbringende Saat für unser Wirtschafts- aufgehen soll. Der Verkehr ist die Hauptschlagader im skörper, und die Beförderung der Güter und die Überwindung aumes sind die obersten Faktoren wirtschaftlicher Entwicklung.

Mit dem Auf- und Ausbau einer hochentwickelten und ngsfähigen Kraftwagenindustrie wird nun aber die Arbeit, die harrt, nicht getan sein, es gilt vielmehr, die technischen irkungen einer gesteigerten Kraftwagenbenutzung richtig zu nen und auf allen Gebieten, die mit dem Kraftverkehr irgendusammenhängen, zielbewußt und rasch vorwärts zu streben. drei Hauptauswirkungen eines hochentwickelten Kraftver- wollen wir ein wenig verweilen und uns klar machen, e Bedeutung der Straßen-, Tank- und Garagenfrage in dem aten Aufgabenkreis, der uns beschäftigt, zukommt.

Fahrstraßen für Kraftwagen.

Wie für einen hochentwickelten Eisenbahnverkehr ein erzweigtes und technisch gut durchgebildetes Schienennetz rundbedingung ist, so ist die Steigerung des Kraftwagenver- in erster Linie von richtig geführten und gut gebauten en abhängig. Auch hier wird es nützlich sein, einen Ver- zwischen Amerika und Deutschland zu ziehen. Während ber ein engmaschiges Landstraßennetz verfügen, das jedem hen, jedem Dorf, ja jedem Gehöft den Anschluß an die Umbietet, gab es in Amerika bis vor wenigen Jahren nur einige Überlandstraßen, die das Land von Ost nach West und von nach Süd durchzogen; im übrigen sah es aber mit den straßen dort drüben traurig aus. Aus dieser Gegenüberstel- darf nun aber nicht etwa geschlossen werden, daß bei uns in chland in dieser Beziehung alles in bester Ordnung wäre laß uns nichts mehr zu tun übrig bliebe; das Gegenteil ist ehr der Fall. Die Mehrzahl aller Straßen ist durch den er- Lastkraftwagenverkehr und durch die Vernachlässigung end des Krieges in einen Zustand geraten, der äußerste Beis erregen muß. Es kommt ferner hinzu, daß die Mehrzahl er Straßen für einen schweren Lastwagenverkehr und einen ten Personenwagenverkehr nicht gebaut ist und daß daher estreben sich vielfach breit macht, einen derartigen Verkehr en Straßen fernzuhalten oder ihn doch wenigstens stark zu ränken. In solchen Bestrebungen liegt eine gewaltige Ge- und wir werden ihnen überall dort, wo wir ihnen begegnen, rößter Energie entgegenzutreten haben, wenn wir nicht in r Zeit vor völlig unmöglichen Verkehrsverhältnissen im stehen wollen, die den Wiederaufstieg unsres Wirtschafts- untergraben müßten. Verkehrsmittel und Verkehrswege in engster Abhängigkeit voneinander, und ein Fortschritt inen ist nur möglich, wenn der andre ihm folgt. Diese selwirkung hat der Amerikaner rechtzeitig und richtig er- und hat in wenigen Jahren Vorbildliches auf diesem Gebiet tet, was wir neidlos anerkennen und uns zunutze machen sollten. Die Aufgaben, die uns in diesem Zusammenhange gestellt werden, lassen sich in zwei Hauptgruppen teilen: die Straße als Trägerin des Verkehrs und die Straße als technisches Bauproblem.

I. Die Straße als Trägerin des Verkehrs.

Diese Aufgabengruppe hat vornehmlich organisatorisches Gepräge und umfaßt drei Untergruppen:

1. die Erziehung zum Straßenverkehr;
2. Auswahl und Linienführung der Kraftverkehrstraßen;
3. Aufbringung und gerechte Verteilung der erforderlichen Geldmittel.

1. Die öffentlichen Straßen sind Träger des Verkehrs und haben sich diesem anzupassen, nicht umgekehrt; es ist dies ein maßgebender Grundsatz, dessen Wahrheit und Berechtigung heute noch leider sehr wenig erkannt und beherzigt wird. Nur Erziehung kann hier Erfolge zeitigen, und zwar Erziehung sowohl derer, die passiv am Kraftverkehr beteiligt sind, die ihn, wenn ich mich so ausdrücken darf, über sich ergehen lassen müssen, wie derer, die ihn aktiv ausüben. Passiv steht dem Kraftverkehr der Fußgänger gegenüber, das Pferdefuhrwerk, die Viehherde und unsre Haustiere sowie deren Lenker oder Hüter. Ihnen allen muß durch Erziehung, Unterricht in den Schulen, öffentliche Aufklärung durch Wort und Bild beigebracht werden, daß die Hauptverkehrstraße kein Tummelplatz für Alt und Jung, für Haustiere aller Art und Viehherden ist, und daß auf solchen Straßen gewisse Vorschriften und Gepflogenheiten beachtet werden müssen, wenn man sich nicht selbst oder andre an Besitz, Gesundheit und Leben schädigen will. Der Wanderer, der die Schönheiten der Natur genießen will, wird gut tun, die Hauptverkehrstraßen zu meiden und Nebenstraßen, Feld- und Verbindungswege zu wählen, wo er durch rasch fahrende Verkehrsmittel und die mit ihnen untrennbar verbundenen Erscheinungen wie Staub, Geruch und Geräusch nicht belästigt wird. Ebenso wird man es, wenn angängig, vermeiden, an derartigen Straßen Wohnhäuser, Siedlungen oder Park- und Gartenanlagen zu errichten, weil sich beide gegenseitig stören müssen und dadurch in ihrem eigentlichen Zweck beeinträchtigt werden. Die Kraftfahrverkehrstraße ist in dieser Hinsicht durchaus dem Schienenstrang der Eisenbahn vergleichbar.

Auf der andern Seite ist aber auf die Erziehung derer, die in einem aktiven Verhältnis zum Kraftverkehr stehen, genau die gleiche Sorgfalt zu verwenden. Der Kraftfahrer ist im Vergleich mit allen übrigen Lebewesen, die die Straßen und ihre nächste Umgebung bevölkern, der stärkere und hat daher die vornehmste Pflicht, auf die Schwächeren gebührende Rücksicht zu nehmen. Auf die Ausbildung der Fahrer, die Fahrprüfungen, die Weiterbildung im Beruf und die laufende Überwachung bei dessen Ausübung ist daher die größte Sorgfalt zu verwenden.

Bei der Erziehung jeglicher Kreatur kann nun die Strafe nicht entbehrt werden. Wir machen in Deutschland leider die Beobachtung, daß Verstöße gegen die Verkehrsgesetze und -verordnungen viel zu milde bestraft werden. Wer einen Menschen vorsätzlich oder fahrlässig an Leben, Gesundheit oder Eigentum schädigt, den soll die ganze Härte der Strafe treffen, ihm zur Buße, andern zur Abschreckung. Entziehung des Führerscheins, Enteignung des Wagens, schwere Freiheitstrafen sind die besten Erzieher für gewissenlose und rücksichtslose Fahrer. Aber auch den passiv Beteiligten soll die Strafe treffen, wenn er durch leichtfertiges oder vorschriftwidriges Verhalten ein Kraftfahrzeug in Gefahr gebracht oder beschädigt hat.

2. Die Straße kann ihre Aufgabe als Trägerin des Verkehrs nur dann erfüllen, wenn bei der Auswahl und Linienführung der Straßen, die vornehmlich dem Kraftverkehr dienen sollen, richtig vorgegangen wird. In erster Linie ist bei dem Ausbau vorhandener und der Anlage neuer Straßen für den Kraftverkehr Rücksicht auf vorhandene Eisenbahnlinien und Wasserstraßen zu nehmen. Der Kraftverkehr soll nicht mit dem Eisenbahn- oder Wasserverkehr in Wettbewerb treten, er soll vielmehr beide Beförderungsmittel ergänzen und unterstützen. Die Kraftverkehrstraßen sind daher als Zubringer-, Verbindungs- oder Abkürzungswege anzulegen und so zu führen, daß die Personen- und Güterbeförderung

an die großen Verkehrsadern der Eisenbahnen und Wasserstraßen angeschlossen wird. Diese Forderung wird insbesondere im Interesse der Landwirtschaft zu erheben sein, für die heute die Zufuhr wie die Abfuhr ein oft ausschlaggebender Umstand für die erfolgreiche Bewirtschaftung ist. Der Kraftwagen ist wohl dazu berufen, das landwirtschaftliche Erzeugnis an den großen Verkehrstrom anzuschließen, die Abgeschlossenheit und Vereinsamung des landwirtschaftlichen Gewerbes zu mildern und dadurch das sich immer mehr entvölkernde Land wieder zu bevölkern und dem ungesunden Zustrom nach den Städten zu begegnen.

Die Linienführung der Kraftverkehrstraßen ist so einzurichten, daß der Kraftverkehr als Durchgangverkehr von den Neben- und Seitenstraßen abgeleitet und auf dem kürzesten Wege, möglichst unter Umgehung von Ortschaften, den Brennpunkten des Verkehrs zugeführt wird. Was die Linienführung anlangt, sind die alten römischen Straßen, die Straßen der alten asiatischen Kulturstaaten und die von Napoleon I. erbauten Straßen noch heute vorbildlich. Die sogenannten „Hochstraßen" der Vereinigten Staaten von Amerika und die in England geplanten Kraftverkehrstraßen von London über Birmingham nach Liverpool oder in Italien von Mailand nach Sesto Calende, Como und Varese folgen diesen Grundbedingungen.

3. Die Straße kann endlich nur dann ihre Aufgabe als Trägerin des Verkehrs erfüllen, wenn die zu ihrem Bau und ihrer Unterhaltung erforderlichen Geldmittel in einer für den Verkehr erträglichen Weise aufgebracht und gerecht verteilt werden. Am nächsten liegend ist natürlich der Grundsatz, die Lasten auf die Nutznießer derartiger Straßen, also auf die Kraftwagenbesitzer abzuwälzen. Wie dies in gerechter Weise geschehen kann, ist eine Aufgabe für sich, die näher zu behandeln, hier nicht der Platz ist. Es mag nur angedeutet werden, daß in Amerika vielfach der Grundsatz vertreten wird, daß die Anlage derartiger Straßen aus den öffentlichen Geldern des Staates zu bestreiten ist, während die Kraftwagenbesitzer und die Kraftwagenindustrie für die Unterhaltung und Instandsetzung aufzukommen haben. Voraussetzung für den Erfolg, das heißt für wirklich gut unterhaltene Straßen ist allerdings, daß alle Abgaben der Kraftwagenbesitzer und der Kraftwagenindustrie auch wirklich der Wegeunterhaltung zugeführt und nicht, wie bei uns, als willkommene Steuerquelle für die allgemeinen Reichsfinanzen verwendet werden. In Amerika, wo im oben angedeuteten Sinne verfahren wird, ist die Verbesserung der Straßen in den letzten Jahren augenfällig gewesen, und es besteht daher keine nennenswerte Stimmung gegen diese Abgaben.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß es in erster Linie darauf ankommt, die richtige Organisation zu schaffen, es in den verschiedenen, erwähnten Punkten richtig anzupacken, um die Straße zur Trägerin des Verkehrs zu machen.

II. Von nicht geringerer Bedeutung ist die richtige Behandlung der

Straße als technisches Bauproblem.

Hier sollen nur die großen Linien angedeutet werden, die alle zu dem einen Ziele hinführen, die Straße für die Besonderheiten des Kraftverkehrs geeignet zu machen.

Im Vordergrund steht zunächst die richtige Anlage der Straße nach Breite, Krümmung, Neigung und Ausstattung. Die für derartige Straßen erforderliche Breite, die noch ein gefahrloses Begegnen und Überholen gestattet, wird zwischen 5 und 10 m der befestigten Fahrbahn angegeben. Zu beiden Seiten der harten Straßendecke sollte in einer Breite von wenigstens 0,6 m ein mit grobem Kies oder Schotter belegter Streifen angelegt werden, damit Räder, die die eigentliche Fahrbahn verlassen, nicht einsinken und den Wagen zum Entgleisen bringen.

Krümmungshalbmesser unter 90 m sollten vermieden werden. Krümmungen unter 500 m Halbmesser sollten mit Überhöhungen ausgeführt, und die befestigte Fläche auf der Innenseite sollte verbreitert werden.

Die Steigungen einer Straße sind nicht allein vom Standpunkt der Anlagekosten, sondern gerade beim Kraftverkehr auch vom Standpunkt der Betriebskosten zu bewerten. Eine längere Straße mit geringen Steigungen kann im Betrieb billiger sein als eine kurze Straße mit starken Steigungen, weil Kraft- und Zeitaufwand sich auf letzterer ungünstiger stellen als auf ersterer.

Von besonderer Bedeutung ist endlich für den Kraftverkehr die Ausstattung der Straße. Die Straße, auf der sich ein Verkehr mit hoher Geschwindigkeit abspielen soll, muß in erster Linie übersichtlich sein. Krümmungen und Brüche, Überführungen und Kreuzungen sind im Hinblick hierauf zweckentsprechend anzulegen. Die Straßenmitte ist als solche augenfällig zu kennzeichnen (farbige Streifen), so daß rechts und links geschieden und dem Verkehr in beiden Richtungen die ihm zukommende Straßenhälfte unverkennbar zugewiesen wird. Auf eine derartige K zeichnung ist besonders in Krümmungen und Brüchen We legen. Scharfe Krümmungen und Gegenkrümmungen, G brüche, Kreuzungen, Eisenbahnübergänge und Brücken sin genügender Entfernung vor Beginn durch in die Augen fall nachts möglichst beleuchtete Zeichen deutlich hervorzuheben. gegen sollten alle übrigen Hinweise, die z. B. Reklamezwe und dergleichen dienen, und die geeignet sind, die Straßen un sichtlich zu machen, verboten sein.

Zur „Ausstattung" der Straße gehört auch die richtige lage oder Durchbildung von Kreuzungen, sei es durch die E bahn oder durch andre Straßenzüge. Die Kreuzung von Kra kehrstraßen mit der Eisenbahn in Geländehöhe sollte mög ganz vermieden werden. Wo dies nicht durchführbar ist, die Straße wenigstens eine kurze Strecke parallel zur Eisen geführt werden, um den Fahrer aufmerksam zu machen un durch die zu befahrende Krümmung und Gegenkrümmung zwingen, seine Fahrgeschwindigkeit zu verringern. Ebenso ten Nebenstraßen, die vorwiegend von Fuhrwerken befahren den oder vielbegangene Fußgängerwege von der Kraftverk straße über- oder unterfahren werden.

Die Ausführung der Straßendecke ist schwierigste, vorläufig noch am stärksten umstrittene, auch das wichtigste Kapitel dieser gesamten Fragengr denn nur auf verwahrlosten Wegen entwickelt der Kraftw alle die Eigenschaften, die von verkehrfeindlichen Kreise übertriebener Weise dazu benutzt werden, um das Kra kehrwesen und den Kraftwagen selbst zu bekämpfen. reifung, Geschwindigkeit und Gewicht der Kraftwagen, sind die drei Umstände, durch deren Zusammenwirken Straßenbauer ganz neuartige Aufgaben gestellt werden. Es im Interesse des Verkehrs und damit der Volkswirtschaft langt werden, daß die Straße eine den Betriebseigensch der neuzeitlichen Kraftfahrzeuge angepaßte Belastung dauern bei jeder Witterung ertragen kann, ohne in einer die normale nutzung überschreitenden Weise beschädigt zu werden.

Die Straßendecke muß ferner eine Beschaffenheit weisen, die es ermöglicht, mit dem Kleinstmaß von Betriebsk bei jeder Witterung ertragen kann, ohne in einer die normale In dieser Hinsicht verdienen die in Amerika in großem Un und mit größter Sorgfalt angestellten Versuche unsre auf samste Beachtung, zumal sie auch bei uns durch die Untersu gen Dr. Neubers bestätigt wurden. Das Ergebnis dieser U suchungen kann dahin zusammengefaßt werden, daß der Be stoffverbrauch eines Kraftwagens auf roher Landstraße u 125 vH höher ist als auf einer nach neuzeitlichen Gesichtspu erbauten Kraftverkehrsstraße und daß der Kraftverbrauch au befestigten Wegen 10- bis 20mal so hoch werden kann wie einer Kunststraße. Hieraus ergibt sich ohne weiteres, daß sch wiegende wirtschaftliche Gründe uns geradezu zwingen, der besserung unsrer Straßen die größte Aufmerksamkeit und So angedeihen zu lassen.

Die Straßendecke wird, wie bereits erwähnt, durch di der Bereifung, den Druck des Rades auf seine Unterlage un Geschwindigkeit, mit der es über die Straße rollt, ausschlagge beeinflußt. Die angestellten Versuche haben ergeben, da unnachgiebigen Reifen die Geschwindigkeit schädigender wirkt als das Gewicht. Durch die Geschwindigkeit steig Stoßwirkung beim Auftreffen auf ein Hindernis bis auf da benfache des ruhenden Raddruckes. Die schädigenden Ei kungen auf die Straßendecke werden wesentlich durch Luft gemildert. Diese verursachen dafür bei nicht zweckmäßig e ten Straßendecken infolge ihrer Saugwirkung erhöhte Sta wicklung. Die Frage der Luftreifen bei Lastkraftwagen ist nicht erschöpfend beantwortet; man wird gut tun, sich nicht triebenen Hoffnungen hinzugeben. Solange die Frage nicht los gelöst ist, wird die Forderung aufzustellen sein, daß gr Lasten mit geringeren Geschwindigkeiten gefahren werden ten und daß die Verkehrvorschriften sich danach einzu haben. Die Zulassung von mehr als einem Anhänger spiel eine gewichtige Rolle. Die Verkehrpolizei wird darübe wachen haben, daß Lastzüge nicht überladen sind und die lassenen Geschwindigkeiten einhalten. Der Amerikaner ist in dieser Hinsicht vorbildlich großzügig. Verkehrbeamte be mit Wägevorrichtungen die Landstraßen und überwachen schwindigkeit und Gewicht der Lastzüge. Überladene V werden rücksichtslos auf freier Landstraße abgeladen mit de folg, daß der Betroffene nie wieder Überfracht macht.

Welche Straßendecke ist nun geeignet, den vernünftige unvermeidlichen Beanspruchungen durch die Kraftfahrzeug besten zu widerstehen? Im Rahmen dieses Berichtes soll n gebracht werden, was sich schon heute mit ziemlicher Gew

-ehen läßt: Einzelheiten können hier keinen Platz finden. Es wohl behauptet werden, daß die für Deutschland ideale Kraft-ahrstraße die Kleinpflasterstraße auf gut durchgebildeter tterdecke ist, aber es muß im gleichen Atem auch gesagt wer- daß dies die in der Anlage kostspieligste Bauart bedeutet. ostet nämlich rund das Dreifache einer neuen Schotterdecke, rch die Erhöhung der Unkosten für die erste Zeit so ge-g wird, daß man unter heutigen Verhältnissen bei uns in schland nur selten zu dieser Bauart wird greifen können. Sie den weiteren Vorteil, daß sie schon nach 8 bis 10 Tagen so und mit den unteren Schichten so fest verbunden ist, daß der Straßenkörper einen einzigen harten, dabei aber doch nicht len, sondern in gewissen Grenzen elastischen Klotz bildet, dem auch der stärkste und schwerste Verkehr keinen Stein herauszureißen vermag.

Ebenso sicher kann wohl behauptet werden, daß die bei uns eutschland üblichen mit Kleinschlag beschotterten und mit Dampfwalze festgelegten Straßendecken schweren Kraftverkehr iner Weise aushalten können und daß ein stärker anwachsen-Verkehr diese Straßen in kurzer Zeit völlig zerstören und un-rbar machen wird. Der Hauptnachteil der chaussierten Straße in ihrer großen inneren Abnutzung. Die Kanten der einzel-Steine und Steinchen werden fortdauernd bloßgelegt, vom Re-usgewaschen, vom Wind und von der saugenden Einwirkung uftreifen ihres schützenden Deckbelages entkleidet und durch Einwirkungen losgerüttelt und aus dem Gefüge gerissen. innere Abnutzung der chaussierten Straße zeitigt noch ein res Übel — die äußerst lästige Staub- und Kotplage. Sie die Hauptquelle des Straßenstaubes und -kotes, einer Er-nung, die ganz zu Unrecht als stärkste Angriffswaffe zur mpfung des Kraftverkehrs benutzt wird. Nicht der Kraft-n erzeugt den Staub, sondern die Straße. Auf einer glatten standsfähigen, fugenlosen Straßendecke, die von Zeit zu Zeit mit staubbindenden Mitteln behandelt wird, kann keine nswerte Staubentwicklung auftreten. Das Kind des Staubes r Kot, er ist aus dem Staub geboren und vom Regen erzeugt. r dem Rade des gummibereiften, schnell dahinfahrenden wagens wird er zum Feinde des gewöhnlichen Sterblichen, ganz zu Unrecht dem enteilenden Kraftwagen seine kräftig-Flüche nachsendet. Das Kotspritzen wird um so unerträg-, je größere Unebenheiten die Straßendecke aufweist und je r die hierdurch hervorgerufene Stoßwirkung der Räder wird.

Umstritten ist noch die von Amerika befürwortete Beton-e. Dabei ist zu berücksichtigen, welche Entwicklung in ika der Straßenbau durchgemacht hat und daß örtliche Ver-isse ausschlaggebend sind. Die amerikanischen Straßen er-elten im Gegensatz zu England einer gut durchgebildeten decke und hätten ohne vorhergehende, sehr beträchtliche Aus-nicht für Schotter-Bitumendecken hergerichtet werden en. Die billigen Zementpreise in Amerika wiesen daher von den beschrittenen Weg. Nachdem einige anfängliche Schwie-iten, die wesentlich in der Frostwirkung auf solche Straßen ndet lagen, überwunden waren, erwies sich hier die Beton-für schweren Kraftverkehr widerstandsfähiger und billiger de andre Bauweise.

Beachtenswert ist immerhin, daß in England, dem Land der ter-Bitumenwege, der Plan der großen Kraftverkehrstraße London über Birmingham nach Liverpool für die Straßen-einen Eisenbetonbelag vorsieht und daß auch die große nobilstraße in Norditalien von Mailand nach Sesto Calende, und Varese in Eisenbeton gebaut wird.

Für deutsche Verhältnisse wird die elastische Durchbildung ahrbahn im Unterbau und in der Decke mit der Möglichkeit en Aufbruches und rascher Wiederherstellung anzustreben Kleinpflaster, Mittelpflaster, Teermakadam und Hartasphalt haussierung in möglichst vollkommener Ausführung scheinen ns die besten Bauarten für Kraftverkehrsstraßen zu sein.

Drei Punkte sind außerdem noch in Amerika als aus-gebend für eine wirtschaftliche Straßenpflege erkannt en:

die sorgfältige Unterhaltung, die Verwen-g geeigneter Baustoffe und die möglichst gehende Ausschaltung aller Handarbeit ihr Ersatz durch Maschinenarbeit. Ein amerikanischer mann hat folgenden Leitsatz aufgestellt: „Ein Weg kann bei mäßiger und regelmäßiger Arbeit, aber im großen ganzen mit geringen Mitteln unterhalten werden, so daß er zuletzt zeichnet wird und starken Verkehr aushält. Aber ohne sach-ße Unterhaltung wird selbst der bestgebaute Weg in kurzer schlecht.“

Entscheidendes Gewicht wird ferner auf die Prüfung der Straßenbau verwendeten Baustoffe gelegt, und die Straßenbauunternehmer sind meist vorbildlich mit entsprechenden Gerätschaften und Laboratoriumseinrichtungen ausgerüstet.

Endlich wird das Ziehen von Gräben, das Aufreißen der Straßen, das Beschottern, Belegen mit Zement oder Bitumen und Asphalt weitestgehend mit Maschinen besorgt, wodurch erheblich größere Arbeitsleistungen als bei Verwendung der Handarbeit erzielt werden können.

Die Straße ist die Trägerin des Verkehrs und muß als solche, wie wir gesehen haben, viele Bedingungen erfüllen, um eine glatte und wirtschaftliche Abwicklung zu ermöglichen. Der Kraftverkehr stellt aber außerdem noch weitere Aufgaben, von denen eine der wichtigsten

die zweckmäßige Versorgung der Kraftfahrzeuge mit Betriebstoffen

bildet. Betriebstoffe — d. h. Kraftstoffe und Schmierstoffe — kann jedes Fahrzeug nur in beschränktem Umfange fassen, und es muß daher Gelegenheit geboten werden, die Vorräte rechtzeitig zu ergänzen, um keine Fahrtunterbrechungen zu verursachen.

Die Aufgabe möchte ich wie folgt gliedern:

1. Betriebstoffversorgung im Heimatort.
2. Betriebstoffversorgung auf der Fahrt.
3. Bauart und Ausstellung der Füllstellen.

1. Die Betriebstoffversorgung, die heute für gewöhnlich am Heimatort des Kraftfahrzeuges im Gebrauch ist, leidet an einigen grundsätzlichen Mängeln. Das Übliche wird der Kleinverkauf über den Zwischenhändler und die Aufbewahrung größerer Betriebstoffmengen an nicht hierfür geeigneten Plätzen sein. Die Lagerung von Benzinfässern, das Abfüllen mittels Hebers und Schlauches und das Aufbewahren der leeren Fässer bildet eine ständige Gefahrenquelle für das betreffende Gebäude oder Grundstück. Am gefährlichsten sind die leeren Benzinfässer, in denen sich hochexplosible Gasgemische bilden, die durch irgendeinen, meist nicht voraussehbaren Zufall zur Explosion gebracht werden können. Ein weiterer Nachteil der eigenen Lagerung der Betriebstoffe ist die Abhängigkeit vom Fahrer oder sonstigem Personal bezüglich rechtzeitiger Beschaffung der erforderlichen Vorräte, des Einkaufs wirklich guter Ware zu angemessenen Preisen, ferner die Möglichkeit des Diebstahls im großen Maßstab und endlich der Lagerverlust, der durch Verdunstung im angebrochenen Faß eintritt.

Alle diese Nachteile werden durch das Auffüllen außer dem Hause beim Kleinhändler, wie es heute zumeist geschieht, nicht vermieden. Irgendeine Gewähr für Preis, Güte und Menge besteht natürlich auch hier nicht, und zu diesem Mangel tritt noch der weitere, lästige Umstand, daß kostspielige und zeitraubende Leerfahrten zum Auffüllen gemacht werden müssen.

Durch planmäßige, öffentliche Versorgung der Kraftfahrzeuge mit Betriebstoffen können die geschilderten Mängel vermieden oder doch stark abgeschwächt werden. Voraussetzung für ein gedeihliches Arbeiten ist dabei, daß die Versorgung im großen erfolgt, also in die Hand öffentlicher Körperschaften oder Verbände genommen oder doch wenigstens von diesen überwacht oder von Kraftfahrvereinigungen oder -verbänden oder von den großen Öl- und Benzinkonzernen betrieben wird. Die wichtigste Aufgabe ist zunächst die zweckentsprechende Verteilung der Füllstellen. Es erscheint selbstverständlich, daß in erster Linie die Stadtteile und Straßenzüge ausreichend mit Füllstellen versorgt werden, in denen morgens der Kraftwagenverkehr beginnt; dies sind die guten Wohngegenden für den Personen- und die Industriezentren für den Lastkraftwagen-Verkehr. Des weiteren müssen Tankstellen an den Punkten aufgestellt werden, nach denen sich der Kraftverkehr hinzieht, um zunächst dort zu endigen, also in den Geschäftszentren und Bahnhöfen, Häfen und Umschlagstellen für Güter.

Ein weiterer sehr hoch einzuschätzender Vorteil der öffentlichen Füllstellen ist die Möglichkeit oder vielmehr die als Bedingung zu stellende Voraussetzung der feuer- und explosionssicheren Lagerung, und hiermit die Verlegung gefährlicher Stoffe außerhalb von bewohnten Gebäuden oder Gebäudegruppen.

Endlich werden bei einer vollkommenen technischen Lagerung, wie sie im allgemeinen nur die öffentliche Füllstelle zu bieten vermag, selbstverständlich auch Lagerverluste vermieden, und es wird Gewähr für genaue Zumessung der gekauften Menge und für beste Ware bei angemessenen Preisen übernommen werden können, weil die Betreiber derartiger Anlagen entweder durch die Behörden überwacht werden oder aber — und das dürfte das wirkungsvollste sein — sich selbst überwachen und durch das Publikum überwacht werden, weil der Verkauf für jedermann sichtbar in breitester Öffentlichkeit vor sich geht.

2. Die Betriebstoffversorgung auf der Fahrt wird aus den zuvor geschilderten Gründen ebenfalls öffentlich zu

regeln sein, sie soll also nicht dem Zwischen- oder Kleinverkauf überlassen bleiben. Grundsätzlich unterscheidet sie sich in nichts von der Heimatversorgung. Es ist aber zu fordern, daß die Füllstellen an allen Landstraßen, die häufiger von Kraftfahrzeugen befahren werden, in einer Häufigkeit und in einer Entfernung voneinander angelegt werden, daß die Fahrer bei einiger Umsicht niemals durch Mangel an Betriebstoffen in Verlegenheit kommen können.

3. Von besonderer Wichtigkeit ist nun die

Bauart und Ausstattung der Füllstellen.

Im Vordergrund steht hier die Frage: sind die Füllstellen feuer- und explosionssicher anzulegen und was heißt „feuer- und explosionssicher"? Die erste Frage dürfte wohl ohne weiteres mit „Ja" zu beantworten sein, während man über die zweite Frage verschiedener Meinung sein kann. In Amerika ist der Forderung nach Feuer- und Explosionssicherheit im allgemeinen bereits genügt, wenn die Kessel, in denen die Betriebstoffe lagern, in das Erdreich eingelassen und mit einer genügenden Deckschicht versehen sind. Bei uns versteht man heute noch unter Feuer- und Explosionssicherheit die Erfüllung sehr peinlicher Polizeivorschriften, die im allgemeinen zu fordern pflegen, daß die Betriebstoffbehälter in vorgeschriebener Tiefe unter Erdoberfläche in einer allseitig gemauerten Grube, die das Ausfließen oder Einsickern von Betriebstoff in die benachbarten Erdschichten oder Wasserläufe unbedingt verhindert, festverankert gelagert sind, damit sie bei etwa auftretenden Explosionen nicht fortgeschleudert werden können. Ferner müssen derartige Behälter zumeist unter Schutzgas stehen, das die Bildung explosibler Gas-Luft-Gemische mit Sicherheit verhindert und das die Flüssigkeit aus dem Lagerbehälter in die Zapfarmaturen fördert. Derartige Vorschriften belasten natürlich eine Füllanlage von vornherein mit sehr beträchtlichen Kosten und sollten daher nur gestellt werden, wenn durch die Lagerung bewohnte Gebäude gefährdet werden können. Bei Errichtung von Zapfstellen auf öffentlichen Straßen und Plätzen könnte auf Schutzgasvorrichtungen verzichtet werden; eine ausreichend tiefe Einsenkung der Behälter in das Erdreich würde genügen.

Von weiterer Bedeutung für die Bauart der Füllstelle ist ferner der Zweck, den sie erfüllen soll und den man weiter oder enger fassen kann. Bei diesem Punkt wird es darauf ankommen, wo die Füllstelle liegen soll. Soll die Anlage nur ermöglichen, Brennstoff zu fassen, so genügt ein einfacher Überflurhydrant oder ein Kran mit Schlauch an irgendeiner Gebäudewand. Soll dagegen mit der Abgabe von Brennstoff auch noch eine solche von Schmierstoffen verbunden werden, so wird im allgemeinen schon ein kleines Gebäude in Form eines Pavillons errichtet werden oder der Verkauf in einen hierfür besonders hergerichteten Raum eines vorhandenen Gebäudes verlegt werden müssen. Am weitesten ist das Ziel gesteckt, wenn mit dem Verkauf von Betriebstoffen auch noch eine allgemeine Bedienung des Kraftwagens bzw. seines Führers verbunden werden soll, indem während des Füllens eine Reinigung des Wagens, ein Aufpumpen der Reifen, ein Reinigen der Zündkerzen und dergleichen Handreichungen vorgenommen werden. In solchen Fällen wird man stets größere Baulichkeiten errichten müssen und diese dann zweckmäßig so einrichten, daß gleichzeitig mehrere Wagen auf einmal bedient werden können. Der Bau der Füllstelle richtet sich also nach den Ansprüchen, die man an sie stellt, und kann so eingerichtet werden, daß er sich der Umgebung in bezug auf Verkehr, wie architektonisch und städtebaulich gut einfügt.

Die Ausstattung einer Füllstelle richtet sich nach ihrer Bauart, also nach dem Zweck, den sie erfüllen soll. Die einfachste Anlage ist ein Überflurhydrant, der an der Bordschwelle des Bürgersteiges steht und an dem der Wagen vorfährt. Mittels eines Schlauches wird der Wagenbehälter gefüllt. Die Menge, die eingefüllt wird, soll möglichst durch Augenschein überwacht werden, was beispielsweise dadurch ermöglicht wird, daß der Brennstoff gläserne Meßgefäße durchströmt, und daß jedesmal, wenn die Mengeneinheit übergenommen ist, ein Glockenzeichen ertönt. Preis und Herkunft des Betriebstoffes sollten in augenfälliger Weise angezeigt sein. Größere Füllstellen, bei denen gleichzeitig mehrere Wagen bedient und außerdem noch weitere Handhabungen während des Füllens vorgenommen werden sollen, werden zweckmäßig mit Unterfahrten für die Wagen ausgeführt, damit diese vor Regen gesichert stehen. Sie enthalten kleine Werkstätten, um geringfügige Ausbesserungen am Wagen vornehmen zu können, Verkaufläden für Tabak, Zeitungen u. Ä. Auch hier ist natürlich die Forderung zu erfüllen, daß der Fahrer jederzeit überwachen kann, welche Betriebstoffmengen er übergenommen hat und daß er sich über Herkunft, Güte und Preis der von ihm gekauften Ware jede Kenntnis verschaffen kann.

Die Lage der Füllstelle im Straßenbild ist so zu wählen, daß sie den Verkehr in keiner Weise stört, d. h. entweder außerhalb der eigentlichen Fahrstraße, dergestalt, daß zwi
dieser und der Füllstelle der Bürgersteig liegt, so daß dieser
eine Zu- und Abfahrt überquert werden muß, wobei die Anord
zweckmäßig im Halbkreis erfolgt. Oder die Füllstellen w
mit eigenen Gebäuden auf Plätzen errichtet, wo die Raum
dehnung so groß ist, daß keine Verkehrstörungen stattf
können, oder endlich werden die Zapfstellen in Neben- oder s
„Park"-Straßen verlegt, die von Hauptverkehrstraßen abzw
und vornehmlich dem Zweck des „Parkens", d. h. des Warten
Kraftwagen dienen.

Ohne ein gut durchgebildetes, technisch vollkommen
gestattetes und planmäßig verwaltetes Füllstellennetz ist ein
zeitlicher Kraftwagenverkehr größeren Ausmaßes nicht den

Unterbringung der Personenkraftwagen in Garagen

Es ist keine Übertreibung, wenn behauptet wird, da
Entwicklung des Kraftverkehrswesens von der richtigen Lö
dieser Frage abhängt.

Bei wachsender Benutzung von Kraftwagen in
Lande oder in einer Stadt ist es unmöglich, diese in Einzelga
unterzubringen; es entsteht vielmehr sehr bald das Verla
nach der Großgarage, das sich aber mit der einfachen U
bringung des Wagens nicht zufrieden gibt, sondern der Ga
auch noch Pflege und Wartung des Wagens übertragen w
will. Diese letztere Forderung wird überall dort zur zwinge
Notwendigkeit, wo der Einzel-, der Herrenfahrer das Üblich
und dieser Zustand ist wiederum die Voraussetzung für
Kraftverkehr im Großen, der natürlich den Berufsfahrer,
Chauffeur, aus wirtschaftlichen Gründen nur in ganz verei
ten Fällen kennt.

Örtliche Lage und Bauart der Garagen.

Das Bild der Großgarage gestaltet sich also, rein ä
lich betrachtet, so, daß der Wagen am Zugange zum Grunds
von den Angestellten des Garagenbetriebes in Empfang ge
men und ebenso hierselbst auch wieder seinem Besitzer
geben oder ihm auf Wunsch durch angestellte Fahrer zuge
wird, wohin er ihn haben will. Die ganze Pflege des Wagen
Sache des Garagenbetriebes, und zwar Pflege im weitesten S
des Wortes. Aus dem so gekennzeichneten Zweck der Großga
ergibt sich ohne weiteres, daß ihre Lage so gewählt werden
daß sie für die Benutzer bequem zu erreichen ist.

Die Bauart der Großgarage muß zunächst Platz für meh
hundert Wagen bieten, um das ganze Unternehmen wirtschaf
zu gestalten. Fünf- bis sechshundert Wagen werden das üb
bilden, aber über 1000 Wagen sollten in einer Garage keines
untergebracht werden, weil die Räumungszeiten für so g
Wagenmengen dann, selbst bei sehr breit angelegten Rampe
ausgedehnt werden, daß Betriebstockungen unvermeidlich sin

Die Großgarage ist, wie zuvor bereits erwähnt, als in
geschlossener technischer Betrieb mit straffer Organisation d
zuführen. Der Betrieb ist möglichst mit Anschlußgleis a
Eisenbahn zu versehen und erhält getrennte Zu- und Abfahr
je besondrer Pförtnerübernahme; hier werden die Wagen in
fang genommen bzw. wieder abgegeben. Das Gebäude selbst
im allgemeinen mit Rücksicht auf die Grundstückkosten
geschossig auszuführen sein, wobei zweckmäßig ein Keller-
Erd- und ein Obergeschoß angelegt werden, weil bei dieser
ordnung die Entwicklung der Rampen besonders günstig
Turmartige Großgaragen mit einer großen Anzahl von Gesch
übereinander, z. B. der Ausbau stillgelegter Gasbehältergel
mit Wendelrampen, ist mit Rücksicht auf den Betrieb nicht
fehlenswert, weil mit wachsender Höhe die Räumungszeiten
nehmen und weil das Durchfahren einer längeren Wendelr
für den Fahrer eine äußerst unangenehm empfundene körpe
Anstrengung bedeutet. Durch diesen Umstand werden die h
gelegenen Stände unbeliebt und schwer vermietbar. Die ric
Durchbildung der Zu- und Abfuhrrampen ist von größter Wi
keit und wird unter Umständen von ausschlaggebender Bedeu
für die Wirtschaftlichkeit des ganzen Unternehmens sein.
zeste Räumungszeiten, bequeme Steigungen, genügende Breite
andre Wagen überholen zu können, werden die Hauptforderu
sein. Die Rampen können als geradlinige oder als Wende
pen, letztere auch noch mit ineinandergelegten Spiralen für
zweite Stockwerk ausgeführt werden. Jede Anwendung
mechanischen Hebevorrichtung in Gestalt von Lastenaufz
für Wagen ist zu vermeiden, wenn diese die Rampe ersetzen
der Zu- und Abfuhr der Wagen zum Stand dienen sollen, we
gesehen von der Kostspieligkeit derartiger Anlagen in ihnen
ein schwacher Punkt des ganzen Betriebes zu erblicken sein
Bei einer mechanischen Einrichtung, mag sie noch so sor
durchgebildet und ausgeführt sein, ist eine Störung nie gan

Hand zu weisen, und jeder Streik, der die Stromzuführung Hubmotor oder zur Wasserpumpe für den Antrieb des Aufs sperrt, legt den ganzen Betrieb unweigerlich still. Darum l man die Rampe in irgendeiner Form trotz ihrer großen mbeanspruchung in den Kauf nehmen müssen, um gegen alle illigkeiten gesichert zu sein.

Die Rampe führt zum Verteilflur und zum Stand. Für Ausbildung dieser Räume ist es von Wichtigkeit, ob die Wagen ntralen Waschräumen oder auf den Gängen oder in den Einänden gewaschen werden sollen und ob die Wagen in Einzelden oder zu mehreren in Sammelständen untergebracht werden. die Einteilung der Stände und ihre Lage zur Fahrtrichtung sind ngreiche Versuche gemacht worden, die zu recht interessanErgebnissen insofern geführt haben, als die Stände nicht wie h rechtwinklig zum Flur angeordnet werden, sondern spitzlig und außerdem miteinander verflochten. Dadurch wird mehrfaches Vor- und Rückwärtsverschieben beim Ein- und ahren vermieden, und es entstehen im Stande keine toten n und hierdurch verursachte Raumverschwendung.

Zum Großgaragenbetrieb gehört ferner eine umfangreiche esserwerkstatt mit Einlaufraum für die Motoren, der schallgeruchsicher ausgeführt sein muß. Malerei und Lackiererei, macherei, Klempnerei, Ausbesserwerkstatt für Kühler, Reifenstatt mit Vulkanisieranlage, Sattlerei, Schneiderei, Schuhmacherstatt usw. sind unentbehrlich für einen solchen Großbetrieb. zu kommen die Nebeneinrichtungen, wie Heizanlage, Exhaunanlage zum Absaugen der Verbrennungsgase aus den Stänund Motorprüfräumen, Wasserversorgung zum Reinigen der en und für eigene Feuerlöschzwecke, Hauptfernsprechge zum Herbeirufen der Wagenführer, Füllanlage für die iebstoffversorgung, Speise- und Unterkunfträume für das e und das fremde Fahrpersonal und Gasträume und Verkaufn verschiedener Art für die Herrenfahrer.

Behördliche Vorschriften.

Der Ausführung so großzügiger Pläne stehen aber bei uns nwärtig noch umfangreiche behördliche Beschränkungen und orschriften im Wege, die unbedingt einer sehr eingehenden hsicht unter Zuziehung der Beteiligten unterzogen wermüssen, wenn nicht an dieser Stelle der gesamten Entwicklung Kraftverkehrs ein dicker Riegel vorgeschoben werden soll. Beschränkungen sind zunächst örtlicher Art, indem große ete gegen angebliche Belästigungen durch Rauch, Ruß, Lärm, Gerüche usw. geschützt sind, in denen Großgaragen nicht gewerden dürfen. Nach Entscheidungen des Oberverwaltungshts gilt schon die Unterbringung einer verhältnismäßig sehr igen Zahl von Kraftwagen an einer Stelle als Belästigung der barschaft, und ist daher verboten. Auf Grund dieser Vorften hat man nun gerade die besseren Wohnviertel für den derartiger Großgaragen gesperrt, obgleich gerade hier das Beis für die Unterbringung einer großen Zahl von Kraftwagen nders hervortritt und obgleich derartige Viertel durch die e ihrer Straßen und Plätze, durch meist aufgelöste Bauweise, durch Parks, Gärten und Anlagen wohltuend unterbrochen viel eher die Gewähr bieten, daß etwaige Belästigungen eine größere Anzahl von Kraftwagen weniger schwer empn werden als in den engen, dicht bebauten und geschlosse Wohnvierteln der minderbemittelten Klassen, wo doch auch iel geringeres Bedürfnis nach Unterbringung von Kraftwagen nden sein wird. Es ist durchaus zu verstehen und auch zu ißen, daß die Behörden den Bau derartiger Zweckmäßigkeitsn in besonders hervorragenden Straßen und Plätzen oder in Nähe von großen öffentlichen Parks und Anlagen verbieten; Wohnviertel aber von vornherein auszunehmen, erscheint gig und dürfte auf die Dauer auch nicht haltbar sein, wenn nicht die ganze Entwicklung schwer schädigen will. Vorbeung für die Genehmigung von Großgaragenbauten sollte allersein, daß ein in sich geschlossener Betrieb der Art errichtet wie er zuvor geschildert wurde, und daß eine fachmännische wachung des Betriebes eingerichtet wird, die die volle Verortung für die Vermeidung aller Störungen gegenüber der chtbehörde trägt. Es ist dann nicht einzusehen, warum ein er Betrieb seine nächste Umgebung mehr belästigen sollte, beispielsweise eine Hauptverkehrstraße, wie sie bei uns in n durch die besten Wohnviertel führen, auf der Tausende von wagen am Tage verkehren und wo sich die Bewohner t mit diesem Verkehr abgefunden haben, wenn er selbstverlich auch als eine gewisse Störung empfunden, aber in rich Erkenntnis als unvermeidbar hingenommen wird.

Ferner tragen die baupolizeilichen Bestimmungen für Großen gegenwärtig nur wenig den Bedürfnissen derartiger kbauten Rechnung, sie hemmen vielmehr deren Entwicklung häufig auf das schwerste. Hierzu gehört die Forderung, daß bei einem solchen Bauwerk die unbebaute Fläche genau so groß sein muß, wie bei einem fünfstöckigen Wohnhaus, obwohl es doch etwas Grundverschiedenes ist, ob ein Hof den im Hause Wohnenden eine ausreichende Menge Luft und Licht zuführen soll, oder ob sich auf einem Grundstück Garagen befinden, in denen nur vorübergehend Menschen beschäftigt sind. Bei mehrgeschossigen Garagenbauten gelten nach Ansicht der Baupolizei ferner die übereinanderliegenden Zu- und Abfahrrampen als bebaute Fläche, wodurch die Wirtschaftlichkeit eines solchen Unternehmens bei den hohen Grundstückpreisen in den Städten von vornherein leidet. Weiter pflegen die Behörden die Genehmigung eines Großgaragenbaues davon abhängig zu machen, daß an der Straßenflucht ein mehrstöckiges Wohnhaus errichtet wird, um den Zweckmäßigkeitsbau dem Auge des Beschauers zu entziehen. Auch diese Forderung untergräbt die Wirtschaftlichkeit. Zwei andre Forderungen der Baubehörden schließen sich gegenseitig aus. Auf der einen Seite verlangt die Baupolizei, daß die Zu- und Abfahrrampen zwecks Vermeidung von Belästigungen der Nachbarschaft durch Geräusche und Gerüche überdacht werden, obwohl nicht einzusehen ist, warum ein Kraftwagen auf derartigen Rampen größere Störungen als auf jeder beliebigen Verkehrstraße verursachen soll. Die Feuerpolizei verbietet anderseits die Überdachung derartiger Rampen, weil die Abdeckung bei etwa auftretenden Explosionen fortgeschleudert werden und dadurch die Nachbarschaft gefährden könnte. Auf die Vorschriften, die endlich die Unterbringung mehrerer Wagen in einem Raume regeln, soll später eingegangen werden.

Wir sehen also, daß vorläufig noch eine Fülle von Bestimmungen die Entwicklung der Großgarage hemmen und daß dadurch der ganzen Entwicklung des Kraftverkehrwesens Schwierigkeiten bereitet werden, die im Interesse unsres Wirtschaftslebens äußerst bedauerlich sind und unter allen Umständen beseitigt werden müssen.

Der Bau von

Großgaragen für Groß- und Lastfahrzeuge

ist natürlich wesentlich verschieden von dem für Personenwagen. Die örtlichen Beschränkungen werden hier sehr viel leichter zu überwinden sein, weil bessere Wohnviertel für die Unterbringung derartiger Fahrzeuge im allgemeinen nicht in Betracht kommen. Die bau- und feuerpolizeilichen Vorschriften sind dagegen ähnlich wie bei den Garagen für Personenkraftwagen. Eine Bestimmung ist aber gerade für derartige Unterstellräume von besonders einschneidendem Gewicht; das ist die Forderung, nur eine beschränkte Anzahl von Wagen in einem Raum unterzustellen. Die Forderung der Baupolizeibehörden, Einzelstände für einige wenige Wagen durch feuersichere Wände gegeneinander abzuschließen und die Brandmauern, die durch keine Öffnungen unterbrochen sein dürfen, auch über die Zu- und Abfahrtstraßen hinweg zu führen, zwingt die Erbauer, die ganze Anlage in mehrere wirtschaftlich vollständig voneinander getrennte, durch besondere Zu- und Abfahrten erreichbare Einheiten zu zerlegen, wodurch der gesamte Betrieb unübersichtlich und unerschwinglich kostspielig wird. In Amerika steht man ebenso wie in England auf einem völlig andern Standpunkt. Man bringt dort gerade mit Rücksicht auf Feuersicherheit die Wagen zu mehreren hundert Stück in großen Hallen, durch keine Zwischenwände unterteilt, unter und steht auf dem Standpunkt, daß dies die Feuersicherheit erheblich erhöht, weil in einer solchen Halle stets Menschen beschäftigt sind, die alles, was im Raume vorgeht, übersehen und im Falle eines Brandes sofort eingreifen können. In einem Einzelstand kann sich viel leichter unbemerkt ein Brand entwickeln, der meist erst bemerkt wird, wenn es zu spät ist, oder wenn eine Explosion erfolgt, die das ganze Gebäude zu gefährden imstande ist.

Der Betrieb in einer solchen großen, gemeinschaftlichen Halle läßt sich zudem viel übersichtlicher und zweckdienlicher einrichten, indem die einfahrenden Wagen zunächst unter Regenvorrichtungen gewaschen werden, dann über Revisionsgruben vorrücken, wo sie untersucht und kleineren Ausbesserungen unterzogen werden, um schließlich für die Betriebspause auf ihrem vorbezeichneten Platz abgestellt zu werden, von dem sie bei Betriebsbeginn ungehindert abrücken können.

Straße, Betriebstoffversorgung und Unterstand sind also drei untereinander verflochtene Glieder in der großen Kette von Fragen, an deren Lösung die neuzeitliche Kraftverkehrstechnik der ganzen Welt gegenwärtig arbeitet. Möchte es deutschem Fleiß und deutscher Gründlichkeit gelingen, auf diesem Gebiet eine großzügige, von allen kleinlichen Hemmungen freie Organisation zu schaffen, die unserm schwerkranken Wirtschaftskörper neues Lebensblut zuzuführen imstande ist! [B 851]

Die neue Automobil-Ausstellungshalle

des Reichsverbandes der Automobilindustrie

Von J. Krämer und Hans Schmuckler, Berlin.

Vorgeschichte und Bauprogramm für die 14 250 m² Ausstellfläche enthaltende neue Halle am Kaiserdamm in Charlottenburg — Der architektonische Entwurf — Eisenbauwerk — Ausführung im Einzelnen — Zusammenbau der Eisenkonstruktion.

Allgemeines.

Als im Jahre 1914 der Verein deutscher Motorfahrzeug-Industrieller (jetzt Reichsverband der Automobil-Industrie) die erste Ausstellungshalle am Kaiserdamm[1]) errichtete, glaubte er, die Bedürfnisse der ausstellenden Automobilfabriken ein für alle Male damit gedeckt zu haben. Die Halle hat nach ihrer Fertigstellung im Herbst 1914 infolge des Weltkrieges jahrelang leer gestanden, und erst in den letzten Kriegsjahren, als der Bedarf an Räumlichkeiten für Zwecke der Kriegsindustrie sehr groß wurde, hat sie der Herstellung von Flugzeugen gedient. Erst im Jahre 1920 konnte die Halle für die erste deutsche Automobilausstellung nach dem Krieg ihrem eigentlichen Zwecke zugeführt werden. Seitdem hat sich der Raumbedarf der Aussteller ständig so gesteigert, daß, nachdem man sich jahrelang mit Holznotbauten auf dem der Halle benachbarten Gelände beholfen hatte, im Spätherbst 1923 der Beschluß zur Errichtung einer zweiten großen Ausstellungshalle gefaßt werden mußte.

Die Aussteller, insbesondere die von Lastkraftwagen, fühlten sich geschädigt, weil sie in der vorhandenen Halle keinen Platz erhalten konnten und der Wert ihrer Ausstellung durch die Aufstellung in den Notbauten und auf dem freien Gelände erheblich beeinträchtigt wurde. Es bestand die Gefahr einer Verzettelung der ganzen Automobilausstellung dadurch, daß die Leipziger Messe große Anstrengungen machte, die Hersteller von Lastkraftwagen durch Errichtung einer besonderen Ausstellungshalle nach Leipzig zu ziehen. Nach monatelangen Verhandlungen innerhalb des Reichsverbandes gelang es dem rührigen Generalsekretär dieses Verbandes, Dr. Sperling, und der von diesem gebildeten besonderen Baukommission, den endgültigen Beschluß zur Errichtung einer zweiten Halle durchzusetzen, obgleich die Kapitalbeschaffung infolge der Markstabilisierung ganz ungewöhnlich schwierig wurde.

Die Vorarbeiten für einen Neubau sowie die überschläglichen Kostenberechnungen waren bereits im November 1923 von Reg.-Baumeister Lange geleistet worden, erst am 11. April 1924 konnte an die Verwirklichung gedacht werden. Vor der Entscheidung war vom Reichsverband auf Grund des Bauprogra von Lange ein Wettbewerb unter den Architekten Emil Scha Berlin, und Jean Krämer, Berlin-Schöneberg, sowie Prof Müller-Erkelenz, Köln, ausgeschrieben worden; keiner Vorschläge befriedigte restlos. Der Reichsverband for Schaudt und Krämer erneut auf, einen gemeinsamen Entwurf zuarbeiten. Dieser fand die völlige Annahme durch den Re verband, und die Architekten Emil Schaudt und Krämer wurden mit der künstlerischen Leitung beauftragt Bauleitung wurde Reg.-Baumeister Lange übertragen. Eisenkonstruktionen wurden von Hans Schmuckler, Dir der Firma Breest & Co. entworfen. Die beiden Hauptausfüh den sind die Firmen Breest & Co. und Boswau & Kna

[1]) s. Z. Bd. 59 (1915) S. 45.

Abb. 1. Halle mit Festsaalvorbau von Norden gesehen.

Wenige Tage nach der Auftragerteilung setzte ein s Wochen dauernder Maurerstreik ein, der den Beginn für Gründungsarbeiten in unliebsamer Weise verzögerte und zun die Befürchtung aufkommen ließ, daß das große Bauwerk bis geplanten Eröffnung der Automobilausstellung am 23. Septe 1924 nicht mehr rechtzeitig fertig werden könnte. Auch a Schwierigkeiten stellten sich den Arbeiten entgegen, insbeson in den Verhandlungen mit den städtischen und sonstigen sichtbehörden, obgleich von allen diesen größte Entgegenkommen in der Förderung Bauwerkes gezeigt wurde.

Trotz aller dieser Schwierigkeiten sind Arbeiten so schnell gefördert worden, daß rechtzeitige Fertigstellung außer Frage st wenigstens so weit, als es die erste Ausstel erfordert haben würde. Der Termin für erste Automobilausstellung in der neuen H wurde sodann auf den 10. Dezember 1924 gesetzt und damit die Zeit gewonnen, das werk nicht nur zum vorübergehenden Gebra sondern endgültig vor Eröffnung der Aus lung fertigzustellen.

Abb. 1 zeigt das Äußere, Abb. 2 das In der nahezu fertigen Halle und Abb. 3 den zustand am 1. August 1924. Der gesamte ist, wenn man nur die sechswöchige Streik abrechnet, in einer Arbeitzeit von rd. 5 M ten hergestellt.

Die erste Automobilhalle wurde 1914 einem dem Reichsverbande gehörigen Gel von 18 000 m² erbaut; die bebaute Grundfl beträgt 17 000 m², also 94,5 vH der Grundst fläche. Diese Halle hat nur zu ebener Ausstellungsräume, und zwar 13 800 m².

Die neue Halle steht auf einem dem Re verbande gehörigen Gelände von 14 000 m²,

Abb. 2. Innenansicht der Halle im Bauzustand; Blick zum Festsaal. Links im mittleren Binderfeld mit Windverband das treppenförmige Fahrgerüst.

11 700 m² bebaut wurden, also 83,6 vH. An Ausstellungs- lungsfläche in beiden Hallen 28 000 m² zur Verfügung¹).

im Erdgeschoß	10 250 m²
auf den Galerien	4 000 m²
zusammen	14 250 m².

Nach Fertigstellung der Halle II stehen demzufolge an Aus- lungsfläche in beiden Hallen 28 000 m² zur Verfügung ¹).

Während des Baues der zweiten Halle trat die Berliner Messe G. ins Leben, und es setzten Verhandlungen zwischen ihr, der lt Berlin und dem Reichsverband ein mit dem Ziele, die beiden sstellungshallen auch für die Berliner Messe zur Verfügung haben. Außerdem beschloß die Berliner Messe A.-G., auf dem achbarten Gelände zwischen der Ausstellungshalle II und der omobil-Verkehrs- und Übungsstraße (Avus) noch eine Holz- e zu errichten, die gemeinsam mit den beiden Hallen der Auto- bilindustrie ein Messeviertel bildet, das für die Zukunft Berlins er Umständen noch große Bedeutung gewinnen kann.

Bei der Errichtung der beiden Ausstellungshallen wurde stverständlich zunächst auf die Erfordernisse der Automobil- stellung Rücksicht genommen, gleichzeitig aber auch bedacht, diese Hallen noch andern Zwecken nutzbar gemacht werden ssen, wie z. B. der Abhaltung von Sechstage- nen, Sportfesten, Reitturnieren usw.; insbe- dere mit Rücksicht auf Veranstaltungen des rdesportes wurde der Fußboden der neuen le aus einzelnen Holztafeln gebildet, die, auf zbalken verlegt, jederzeit weggenommen wer- können. Der Möglichkeit der Entfernung Fußbodens aus der Halle wurde auch weiter urch Rechnung getragen, daß die Lagerbal- nicht auf festen Fundamenten, sondern ledig- auf Betonklötzen verlegt wurden, die jeder- aus dem Boden herausgenommen werden nen.

Der architektonische Entwurf.

Grundlegend für den Grundriß, Abb. 4, war städtebauliche Gestaltung des die Umgebung errschenden großen Baugeländes. Da die en Straßenzüge: Königin-Elisabeth-Straße Bredtschneider-Straße im spitzen Winkel ver- en, ergab sich die abgestufte Form an dem nalen Nordende des Baukörpers. Dieser lliche Kopfbau, Abb. 1 u. 5, der auch den Re- sentationseingang enthält, ist in der Gesamt- derung massiger zusammengefaßt. Die ndriß-Eckpunkte sind durch besondere turmartige Aufbauten nt. Um das Repräsentative dieses Kopfbaues noch mehr zu rstützen, wurde auch der Festsaal an diese Stelle gelegt.

Gegeben war ferner ein Haupteingang zu der Ausstellungs- an der Königin-Elisabeth-Straße. Die Aufgabe war, diesen gang gegenüber dem Haupteingang der Ausstellungshalle I zu n. Damit die Front an der Königin-Elisabeth-Straße in große er gegliedert werden konnte, wurde ferner noch ein turm- ger Vorbau vorgesehen, der zugleich die Verbindungstreppe chen Galerie, Erdgeschoß und Keller aufzunehmen hat. Ein ptgesichtspunkt für die äußere Gestaltung des Hallenbaues war , klar zu zeigen, daß eine Galerie von wesentlicher Bedeutung nnern angeordnet sei. Eine weitere wichtige Programmforde- der Architekten war eine möglichst unbeschränkte Freiheit in Gestaltung des innern Raumes.

Von diesem Grundgedanken der Raumklarheit aus ist der nraum entwickelt als eine in Helligkeit prangende weite Halle. einheitlichen Bogenbinder geben der Halle nichts Drückendes, ern die Halle atmet, durch die Führung der Binder unterstützt, mehr Freiheit. Die ruhige Raumklarheit des Innern der e ist ferner betont durch das nicht durchbrochene geschlossene stungsband der Galerie. Dieses Brüstungsband ist am Süd- l der Halle durch eine große zweiarmige monumentale Frei- e unterbrochen. Die nach Süden gelegene rückwärtige Ab- ßwand ist durch ein stark wirkendes Motiv aneinander ge- er hoher Fenster gegliedert.

Dieser wirkungsvolle Gegensatz der nur durch dünne Sprossen lten großen Lichtflächen zu den geschlossenen Wandflächen den Grundgedanken zur Gestaltung des Außenbaues der ront. Dem bewußt raumbildenden Kunstwollen der Architek- mußte es natürlich trotz allen Strebens nach einer taghellen twirkung zuwider erscheinen, einen nur scheinbar geschlosse- Hohlraum zu schaffen, wie es der Fall ist bei Hallen und sonstigen Gebäuden, die ganz aus Glas und Eisen errichtet sind. In dieser Art von Bauten verliert sich die Räumlichkeit durch die durchsichtigen Wandteile in dem unendlichen freien Himmelsgewölbe. Das von den Architekten hier Geschaffene zeigt im Gegensatz dazu einen körperhaften Zusammenhang, ein Bauwerk, das sich nach außen hin als geschlossene Masse im Straßenbild behauptet. Da der Bau von vornherein als Putzbau gedacht war, ist insbesondere darauf Bedacht genommen worden, daß sich die Einzelformen auch klar als Putzbauformen herausschälen. Das ständige Zusammenarbeiten zwischen den Architekten und den Ingenieuren, und zwar sowohl denen für die Eisenkonstruktionen, als auch denen für die Heiz- und Lüftanlagen hat es ermöglicht, ohne Zugeständnisse nach irgendeiner Seite hin zu machen, das gewollte Ziel der Architekten zu erreichen. Vor allem sei hier hervorgehoben, daß durch gutes Zusammenarbeiten von Künstler und Ingenieur und durch Abwägen der ästhetischen und konstruktiven Forderungen sich eine Lösung hat finden lassen, die allen Forderungen gerecht wurde.

In dem nördlichen Kopfbau liegt, wie schon erwähnt, der große Festsaal. Dieser Festsaal, dem sich weitere Räumlichkeiten anschließen, ist über zwei monumentale Treppen zu erreichen und liegt in Höhe des Galeriegeschosses; er ist rd. 7 m hoch. An die eine Längsseite des Festsaales schließt sich ein Emporengeschoß an. Rechts und links von der Haupteingangshalle sind die Garderoben und die Kassenräume angeordnet. Der abgeschrägte Bautrakt an der Ecke der Königin-Elisabeth- und der Bredtschneider-Straße ist der Höhe nach in vier Stockwerke gegliedert und erhält in seiner ganzen Ausdehnung Verwaltungsräume. Rechts vom Haupteingang ist im Erdgeschoß noch ein weiterer Restaurationsraum angeordnet und anschließend daran ein zweigeschossiger Bau, wo die Wirtschaftsräume zu den Restaurations- und Festsälen liegen.

Abb. 3. Bauzustand am 1. August 1924.

Die Außenarchitektur dieses axial gelegenen Haupteinganges verdichtet sich in dem durch die plastische Aushöhlung entstandenen Reihenrhythmus des Mittelbaues. Dieser Mittelbau ist durch die tiefe Schattenwirkung des Eingangsportikus und den Fensterrhythmus des großen Saales zu einer monumentalen Flächenhaftigkeit zusammengefaßt. Der zweigeschossige Wirtschaftsanbau ist im Gegensatz hierzu niedrig und wagerecht gegliedert.

Die gesamten Außenflächen des Baukörpers weisen einen weißlich-graugelben Putzton auf. Zur Dachdeckung diente silbergrau schimmerndes Ruberoid.

Das Eisenbauwerk.

Die Eisenbinder sind als Dreigelenkbogen ausgeführt, Abb. 6. In der etwas steileren unteren Dachfläche sind mit genügender Neigung die Dachoberlichter in Form von nahezu quadratischen Flächen eingesetzt. Die Binder haben eine Spannweite von 47 m und stehen in 11,2 m Abstand, Abb. 7. Die vollwandigen Eisenbinder wie auch die Pfetten und die übrigen Eisenkonstruktionsteile der Halle sind unbekleidet, so daß die Konstruktionselemente der Halle klar sichtbar sind.

Die Pfetten sind ebenfalls vollwandig ausgeführt, sie stehen lotrecht und tragen, in Abständen von rd. 4,5 m angeordnet, die der Dachform folgenden und etwa 2,5 m voneinander entfernten eisernen Gerbersparren. Auf den Sparren liegt die als eisenbewehrte Hohlsteindecke ausgeführte massive Dacheindeckung, die

¹) Verluste für Gänge nicht abgerechnet.

Abb. 4. Lageplan und Erdgeschoßgrundriß der neuen Ausstellungshalle.

innen einen Verpu[…]
halten hat. Die g[…]
Oberlichter der
treten wenig übe[…]
Dachfläche hervo[…]
doch so viel, daß
Regenwasser nicht
die Glasfläche hi[…]
fließt, sondern […]
die Aufkantung u[…]
Oberlichter her[…]
führt wird. Diese A[…]
nung wird leider se[…]
nicht beachtet und
dann zum Verschm[…]
der Glasflächen.

Das Hallendach
durch 13 vollwa[…]
Binder getragen, A[…]
und 7. Die nörd[…]
Hallenabschlußwan[…]
massiv ausgeführt
dient zum Auflager[…]
Dachpfetten. Die
liche Abschlußwan[…]
ebenfalls massig ho[…]
geführt, erhielt
trotzdem einen vol[…]
digen Binder, […]
einer etwaigen Ve[…]
gerung der Halle,
nur in dieser Ric[…]
möglich ist, die […]
geebnet werden.

In 5,4 m Höhe […]
sich um das ganze
leninnere eine im […]
12 m breite Galerie.
südlichen Ende ve[…]
telt eine große […]
armige Freitreppe
Verbindung der Ga[…]
mit dem Erdges[…]
Außerdem sind we[…]
feuersichere Treppe[…]
den Längswänden
Halle angeordnet.

Die Eisenkons[…]
tion der Galerie be[…]
aus je einem Unte[…]
in den Binderfel[…]
Diese als Blechtr[…]
ausgebildeten Unter[…]
werden je von
Außengurten der […]
der getragen. In j[…]
Felde spannen sich
den seitlichen Absc[…]
mauern bis zu dem […]
genannten Unte[…]
Hilfsunterzüge, die […]
Trägern NP 45 best[…]
Die vorkragende Ga[…]
wird durch Krag[…]
getragen, die in […]
schöner Schwingun[…]
das Halleninnere hi[…]
ragen. Die […]
unterzüge nehmen […]
Steineisendecke der […]
lerie in den schm[…]
dem Binder benach[…]
ten Feldern unmitt[…]
auf, so daß diese D[…]
in der Längsrich[…]
gespannt ist; in den […]
teren Feldern zwis[…]
den Bindern trager[…]
Deckenträger, zwis[…]
denen dann, diesma[…]
Querrichtung, die St[…]
sendecke gespannt […]

Abb. 5. Ansicht der Nordseite.

Abb. 6. Querschnitt der Autohalle II.

Abb. 7. Binder des Eisenbauwerkes.

Da bei dem Entwurf der Halle davon ausgegangen [...]e, daß die gesamte Eisenkonstruktion innerhalb der Halle [...]bar bleiben sollte, war es nötig, für die Steineisendecke besonders Auflagewinkel anzuordnen, um die kassettenförmigen Unter[...]hten der Steineisendecke architektonisch gestalten zu können. Die Dachkonstruktion der Seitenschiffe besteht aus normalen [...]trägern, die sich an Blechträgerunterzüge anschließen. Zur [...]sversteifung der Halle ist nur ein einziger Windverband im [...]lsten Binderfeld ausgeführt worden, der sein Auflager in den [...]alls als Blechträger aufgebauten Portalen findet.

Die Halle erfährt folglich in der Längsrichtung Wärmedehnungen, die sich von diesem Mittelportal aus nach beiden Hallenenden hin erstrecken. Der Wärmeausdehnung wird Rechnung getragen durch Rollenauflager der Pfetten an der nördlichen Abschlußwand und durch eine gewisse Nachgiebigkeit des Südgiebels, die durch den Einbau von senkrechten Eisenstielen erreicht wurde.

Der Keller ist mit einer Steineisendecke abgedeckt, die zwischen eisernen Trägern gespannt ist. [B 898]

(Schluß folgt.)

RUNDSCHAU.

Kraftfahrrad mit Zweitaktmotor.

Die Puch-Werke A.-G. in Graz, die sich zurzeit mit der Österreichischen Daimler-Motoren-A.-G. in Wiener-Neustadt und den früheren Austro-Fiat-Werken in Wien-Floridsdorf zusammengeschlossen haben, befassen sich schon seit einigen Monaten sehr erfolgreich mit dem Bau eines Leichtkraftrades, Abb. 1, das manche bemerkenswerte Einzelheiten aufweist. Die Antriebmaschine, Abb. 2 und 3, die nach der Art der bekannten Zweitaktmaschinen mit zwei im Verdichtungsraum miteinander verbundenen Zylindern gebaut ist, hat bei 36 mm Zyl.-Dmr. und Hub 0,69 PS nach der Steuerformel und bei 2000 Uml./min 2 PS leistung. Ihr besonderes Kennzeichen ist, daß die beiden Kolben eine quer zur Achse der Kurbelwelle angeordnete Pleuelstangen so verbunden sind, daß sie während der Drehung der Kurbelwelle gleichlaufen, wie bei andern Maschinen mit Zwillingszylindern, so sich gegeneinander verschieben. Das ermöglicht, die Steuerung Zylinderschlitze durch die Kolben wesentlich günstiger auszubilden ginnt man z. B. bei der angedeuteten Drehrichtung der Kurbelwe oberen Todpunkt, so eilt wegen der stärkeren Neigung der Stange tung der Kolben *a*, welcher die Auspufföffnung steuert, dem E kolben *b* so weit voraus, daß der Auspuff bereits voll offen un Zylinder im wesentlichen entleert ist, bevor der Kolben *b* den strömkanal *c* öffnet und frisches Gemisch eintreten läßt, das beim ren Aufwärtsgang der Kolben in das Kurbelgehäuse angesaugt während des Niederganges vorverdichtet worden ist. Das in den E zylinder überströmende Gemisch drängt den Rest der verbrannten vor sich her durch den offenen Auspuff heraus, und da die Art Verbindung der beiden Zylinder die Mischung von frischem und branntem Gas nicht begünstigt, so bleibt auch bei gedrosseltem der Maschine der Raum über dem Kolben *b* mit frischem, gut zündl Gemisch gefüllt, so daß die Zündungen auch dann nicht so leicht sagen können. Bei der Aufwärtsbewegung schließt zuerst der Kol die Auspuffschlitze, wodurch die Brennstoffverluste durch Austrit Gemisch in den Auspuff verringert werden.

Infolge der eigenartigen Anordnung der Pleuelstange muß einem der Kolben die Möglichkeit lassen, geringe Seitenverschiebu gegen die Pleuelstange auszuführen. Daher ist von den Kolbenb die in den Gabelenden mit Vierkanten gehalten werden, der ein etwas Spiel eingesetzt, während der zweite, genau eingepaßte Ko bolzen die seitlichen Kolbendrücke überträgt. Diese Anordnung sich bei einer großen Zahl solcher Fahrzeuge bisher sehr gut bew Ein solches Motorfahrrad mit einer Zweizylinder-Vierkolbenmaschine 250 cm³ Inhalt hat z. B. beim letzten Radrennen auf der Bahn von M ansehnlichen Erfolg erzielt.

Abb. 1. Kraftfahrrad mit Zweitaktmotor der Puch-Werke A.-G.

Die aus Schwungscheiben und Zapfen zusammengebaute Kurbel ist wie der Kopf der Pleuelstange auf Kugeln gelagert, deren Fettsc rung gegen den Angriff durch die Brennstoffdämpfe verhältnismäßi empfindlich ist. Von dem einen der Kurbelwelle aus wird mittels geleges ein Kettenrad angetrieben auf das große Kettenrad *a*, Ab der Hinterachsnabe wirkt. In ist ein Umlaufgetriebe eingebaut, d nach der Einstellung des Hebels *b* lauf, kleine Geschwindigkeit und Geschwindigkeit ergibt, und das übliche, aber wegen seiner ger Abmessungen gegen Abnutzung findliche Schaltgetriebe wirksam er

Zieht man nämlich mittels Schalthebels *b* und der daran bef ten, durch die hohle Achse gefü Stange *c* die Druckscheibe der L lenkupplung *d* zurück, so löst ma Kettenrad aus seiner Verbindung der Nabe, so daß das Rad frei w rollen kann. Zieht man ferner be veränderter Einstellung der Lam kupplung eine Bremse auf dem Kr fest, indem man den Schalthebe der Mittelstellung nach der einen verdreht, so wälzt sich das mit Kettenrad fest verbundene Kegel auf den Umlaufrädern *g* ab, die i Nabe gelagert sind und sich hierb dem festgehaltenen Zahnkranz *h* wälzen müssen. Das ergibt, daß Nabe bei gleicher Drehzahl der schine mit halber Drehzahl vor gedreht wird. Die große Geschwi keit erhält man durch Lösen Bremse *e* und Einschalten der l lung *d*, wobei man Kettenrad und miteinander verbindet.

Die Kegelräder für das Ge sind nach einem besonderen Verf mit gekrümmten Zähnen herge wodurch erst ermöglicht worde ein ausreichend betriebsicheres Ge auf so kleinem Raum unterzubri Da alle Geschwindigkeitsschaltu durch Reibkupplungen vermittelt den, so werden heftige Stöße von und Getriebe ferngehalten, wa deren Lebensdauer sehr wichti Die ganze Hinternabe läßt sich Lösen einer einzigen Kegelmutter einandernehmen, was die Instandha erleichtert. [M

Abb. 2 und 3. Antriebmaschine des Leichtkraftfahrrades.

Der Kraftwagen im amerikanischen Großstadtverkehr und der Straßenbau.

n Sommer dieses Jahres haben einige Leiter Berliner Verkehrs-
ehmungen zusammen mit dem Chef der Berliner Verkehrpolizei,
rungsdirektor Dr. Mosle, amerikanische Großstädte besucht.
Eindrücke im nordamerikanischen Großstadtverkehr gab Dr.
, der bereits im Jahre 1912 die dortigen Verhältnisse kennen lernte,
ch in fesselnder Weise im Mitteleuropäischen Motorwagenverein
rlin wieder.

ie amerikanische Großstadt weist zunächst die gleichen Arten von
eugen wie unsere deutschen Großstädte, insbesondere Berlin
Hamburg auf; einige sind aber in so geringer Zahl vorhanden,
ie fast verschwinden: Motorräder, Fahrräder, Pferdedroschken und
ge Fuhrwerke. In New York werden die Motorräder fast nur von
Polizei benutzt, Pferdedroschken verkehren nur noch im Zen-
rk als eine Art geschichtlicher Merkwürdigkeit, Pferdefuhrwerke
Art dürfen in der inneren Stadt nicht fahren. Die Eigentümlich-
der Hoch- und Untergrundbahn, wie besondere Schnellzüge, Über-
von einer Straßen- zur Schnellbahn u. ä., sind den deutschen In-
rkreisen bekannt. Das Gepräge gibt dem amerikanischen Stra-
rkehr der Kraftwagen. So kam im ersten Halbjahre 1924 in
it auf je 4 Einwohner, in Chicago auf je 7, in New York auf je
nwohner ein Personenkraftwagen; die Zahl der Kraftwagen hat
nach den neuesten Statistiken im zweiten Halbjahr 1924 um
vermehrt. Der Kraftwagen ist also das allgemeine Volksverkehr-
. Unter den Kraftwagen bilden die Autobusse einen verhältnis-
geringen Teil. Sie sind größer und schwerer als die deutschen,
teils offene, teils geschlossene Verdecksitze, fast durchweg Quer-
für 2 × 2 Personen mit einem Mittelgang, fassen 59 bis 61 Fahr-
und sind mit sehr bequemem niedrigem Einstieg versehen. Die
sten eines Omnibusses werden mit 8000 $ angegeben.

e Wagenhöfe der Omnibusgesellschaften sind äußerst praktisch;
roßen Hallen sind an den Außenseiten mit Wasch-, Füll- und
sseranlagen versehen, während die Wagen frei im Innern stehen.
nach dem Einfahren wird der Omnibus mit echt amerikanischem
raufwand abgespritzt und mit Regen-Einrichtungen abgebraust,
elektrisch entstaubt, ausgespritzt, gefüllt, auf Fehler geprüft,
und geputzt. Sind keine wesentlichen Schäden vorhanden, so
der ganze Vorgang für einen Wagen kaum ¼ Stunde. Bei
ken dauert es halb so lange. Auch die Droschkenbetriebe liegen
Händen großer Gesellschaften. Die Droschken sind durchweg
r Personen und sehr praktisch für die Mitnahme von reichlichem
k eingerichtet. Lasten werden fast ausschließlich mit Kraft-
befördert; in den Vereinigten Staaten sollen etwa 1½ Mill.
agen umlaufen. Die nicht sehr große Zahl von Kraftomnibussen,
kago z. B. 600, erklärt sich durch die ungeheure Zahl von Privat-
, wovon man zeitweilig mehr als Fußgänger auf ein-
Straßen sieht. Zur ungeheuren Verbreitung des Kraftwagens
kanntlich der Ford-Wagen besonders beigetragen, dessen sich
sozial niedrig gestellte Volkschichten bedienen. Die Mühe, für
Wagen zu sorgen, wird den Kleinwagenbesitzern abgenommen.
llen und Ausbesserwerkstätten (Parkplätze) finden sich überall
r Straße, sogar auf Landstraßen. Dort werden die Wagen für
Cents nachgefüllt, ausgebessert und die Reifen aufgepumpt. Der
größte Teil der Wagenbesitzer behilft sich daher ohne Führer.
s ungeheure Anwachsen der Kraftwagenzahl führte in den
zunächst zu Verkehrsschwierigkeiten. Diese hat die amerikanische Verkehrpolizei hauptsächlich durch zwei Einrichtungen besiegt: durch die weißen Linien (limit lines) und durch die Verkehrtürme. Die weißen Linien werden mit Ölfarbe 5 bis 15 cm breit auf den Fahrdamm aufgemalt und dienen verschiedenen Zwecken. Zunächst grenzen sie statt der bei uns üblichen Bordsteine die Rettungsinseln für Fußgänger, namentlich an Straßenbahnhaltestellen ab, bilden längs der Straßenmitte Trennungslinien zwischen links und rechts und grenzen die Park- und Halteplätze ab, da das Halten nicht an allen Stellen gestattet ist. Ihre wichtigste Anwendung finden sie aber an den Straßenkreuzungen. Sie bilden dort die Verlängerungen der Bauflucht-linien und der Bordschwellen über den Fahrdamm hinweg. So entsteht an jeder Straßenecke bei dem in Amerika üblichen schachbrettartigen Stadtplan auf dem Fahrdamm ein kleines Rechteck, bei genau gleichen Straßenbreiten ein Quadrat aus weißen Linien.

Abb. 4. Umlaufgetriebe des Leichtkraftfahrrades.

In der Mitte dieses Vierecks befindet sich der Signalturm. Man muß dabei nicht an ein massives oder ähnliches Bauwerk denken, sondern der Turm hat etwa die Form einer riesigen 8 bis 9 m hohen Gaslaterne. Gelegentlich wird er allerdings künstlerisch in Bronze ausgeführt. Es gibt Haupttürme, die ein Verkehrpolizist bedient und Nebentürme, die vom Hauptturm aus selbsttätig bedient werden. Alle Türme haben runde Signallichter in den Farben grün, weiß und rot. In ganz Amerika bedeutet grünes Licht, daß alle nord-südlich laufenden Straßen, weißes Licht, daß alle ost-westlich laufenden Straßen frei sind, und rotes Licht: Achtung. Bei Aufleuchten der weißen Lampe sind also alle süd-nördlich laufenden Straßen gesperrt; in den Ost-West-Straßen können Wagen wie Fußgänger völlig ungehindert verkehren, und zwar haben beide Teile ihre durch die weißen Striche eingegrenzte besondere Bahn. Der Fußgänger, der seine Bahn verläßt, tut es auf eigene Gefahr und wird mancherorts noch bestraft. Die Fahrgeschwindigkeit der Kraftwagen kann daher in den Straßen hoch sein. Auf den süd-nördlich laufenden Straßen schieben sich während dieser Zeit die Wagen vor den weißen Grenzstrichen zusammen, so daß man die Straße in der Blockmitte ohne Gefahr überqueren kann.

Sobald statt des weißen das rote Licht erscheint, darf kein Fahrzeug mehr die Straßenkreuzung, d. h. die weißen Linien, überschreiten. Alle auf der Kreuzung befindlichen Fahrzeuge haben diese so schnell wie möglich zu verlassen. Alsbald erscheint das grüne Licht, das die andre Straßenrichtung frei gibt. Das rote Zwischensignal hat zur Erhöhung der Sicherheit des Verkehrs ungemein beigetragen. Es leuchtet nur etwa 10 sk auf, während die weißen und grünen Signale je nach der Stärke des Verkehrs 50 sk bis 1½ min dauern[1]).

Die Signaltürme haben folgende Vorteile: Die Lichtsignale sind weithin sichtbar, das Zwischensignal entleert sicher und schnell die Straßenkreuzung vor jedem Wechsel, das Publikum hat nicht den Eindruck von einem Beamten abhängig zu sein. Der Beamte im Hauptturm hat weite Übersicht, er kann Polizeimeldungen über Unfälle, Brände usw. aufnehmen und empfangen, und er kann, was von großem Wert ist, der Feuerwehr rechtzeitig Platz schaffen, weil ihm die Feuerwache Abfahrt und Ziel des Löschzuges meldet. Die Türme regeln den Verkehr gleichmäßig, sie ermöglichen Signalgebung durch einen einzigen Beamten auch an Plätzen, an denen die Übersicht durch Bauwerke versperrt ist, und ersparen Personal.

Statt der Türme benutzt man zuweilen einfachere Vorrichtungen, z. B. unter den Hochbahnen Drähte mit entsprechenden Signallichtern oder in den Vorstädten und Vororten eiserne Ständer mit Steinfüßen, die von einem Verkehrpolizisten ohne Zwischensignal bedient werden.

Ein Fahrzeug, das z. B. von einer Ost-West- in eine Nord-Südstraße übergehen will, darf im allgemeinen die kurze Biegung nach rechts nur mit Schrittgeschwindigkeit ausführen. Die lange Biegung in eine links abweichende Straße darf es dagegen nicht bis zum Ende ausführen, sondern es muß in der Mitte der kreuzenden Querstraße so lange halten, bis diese wieder frei ist.

Enge Straßen im Stadtinnern oder Wege in den Vororten, die zu großen Fabriken führen, dürfen ständig oder zeitweilig, z. B. bei Beginn und Schluß der Arbeitzeit, nur in einer Richtung befahren werden. Außer den erwähnten Zeichen gibt es noch verschiedene Warnungstafeln, deren Fülle aber eher zu groß ist. Die Vorschriften für die Geschwindigkeit sind ziemlich streng; die Höchstgeschwindigkeit in New York beträgt z. B. für Personenfahrzeuge 32 und für Geschäftfuhrwerke 30,8 km/h. Alle Übertretungen werden sehr streng bestraft, u. U., auch wenn kein Unfall geschehen ist, mit Gefängnis. Übertretungen sind aber verhältnismäßig selten, weil die Amerikaner grundsätzlich Rücksicht aufeinander im Verkehr nehmen und die Verkehrpolizei eine große Achtung beim Publikum genießt.

Das im Vorstehenden geschilderte Bild vom Kraftfahrwesen der amerikanischen Stadt zeigt, welche Richtung die Entwicklung des Straßenverkehrs ganz allgemein im Rahmen der Verkehrtechnik nimmt. Es nähern sich die technischen Beziehungen zwischen dem Kraftfahrzeug und seinem Fahrweg, denen zwischen dem Eisenbahnfahrzeug und der Eisenbahnstrecke. Die Verkehrtürme z. B. sind nichts anderes als Eisenbahnsignale im kleinen Maßstab. Mancher Vorgang aus der Entstehung des Eisenbahnwesens wird sich jetzt im Straßenwesen wiederholen. Der Bau des Straßennetzes und der Straße wird aus dem Eisenbahnwesen, dem er einst Lehrmeister war, hin und wieder Anregungen holen müssen.

Das Straßennetz ist freilich kein reines Verkehrnetz wie das Schienennetz der Eisenbahn, und die Straße dient nicht nur, wie einst ein Berliner Polizei-Präsident verkündete, dem Verkehr. Wohntechnik, Schönheit, Versorgungsleitungen fordern mindestens für sich die gleiche Rücksicht wie der Verkehr. Wie dessen Forderungen sich aber allmählich in den Vordergrund drängen, beweist der Zustand in den

[1]) Nach neueren Mitteilungen sind die Farben geändert worden.

Städten der Vereinigten Staaten von Amerika. Die Zeiten dürften vorüber sein, wo manche Kreise des Städtebaues aus einer gewissen Romantik heraus verächtlich von Verkehrfanatikern sprachen.

Die amerikanischen Stadtpläne sind frei von mittelalterlichen Vorbildern und den mittelalterlichen Überresten europäischer Städte; das nüchterne Rechteck-Schema wirkt zwar schönheitlich öde und unbefriedigend und ist auch verkehrtechnisch durchaus nicht einwandfrei, erweist sich aber jetzt als Vorteil. Ohne die Rechteckform des Straßennetzes wäre das glatte Regeln des Verkehrs mittels der Verkehrtürme unmöglich. Unter den deutschen Großstädten kann Berlin vielleicht froh sein, daß ihm, ähnlich wie Mannheim, der landesfürstliche Städtebau des 17. und 18. Jahrhunderts in einem großen Teil seiner Innenstadt, der Dorotheen- und Friedrichstadt, ein übersichtliches Rechteckgebilde beschert hat. Der Städtebau der Zukunft wird, ohne die anderen Ansprüche zu vernachlässigen und ohne in ein ödes Schema zu verfallen, den Anforderungen des Verkehrs überall, auch außerhalb der Bezirke des Hauptverkehrs bis in die Wohngelände hinaus mehr als bisher Rechnung tragen müssen.

Inwieweit die heutige Wirtschaftslage gestattet, bestehende Stadtviertel unserer Großstädte den neuen Verhältnissen anzupassen, ist freilich eine offene Frage. Selbst in wirtschaftlich günstigen Zeiten war der Abbruch bestehender Stadtviertel und ihr Wiederaufbau nicht immer gewinnbringend, wie z. B. die Erfahrungen beim Abbruch des sogenannten Scheunenviertels in Berlin bewiesen haben.

Dringender noch als der Bebauungsplan verlangt der Verkehrsweg, die Straße, an den Kraftwagenverkehr angepaßt zu werden. Ähnlich wie im Eisenbahnwesen wachsen Gewicht und Nutzlast des Fahrzeuges schnell. Der amerikanische Kraftomnibus soll 11 t wiegen, der deutsche Lastkraftwagen stellt Wagen von 20 t in Aussicht. Das sind Lasten, die sich schon denen von Eisenbahn-Fahrzeugen stark nähern. Nur Dampfwalzen sind schwerere Straßenfahrzeuge, ihr Dienstgewicht wird bei Annahmen von Brückenbelastungen nach den DI-Normen mit 23 t eingesetzt, wobei allerdings die Belastung wegen der Radbreite und des Radstandes anders ist. Dampfwalzen tauchen aber auf unseren Straßen selten auf, ihre Fahrgeschwindigkeit ist geringer als die eines Lastkraftwagens und Stöße, die die Radlast erhöhen, treten kaum auf. Die Raddrücke, denen die Straßenfahrbahn durch den Kraftwagenverkehr ausgesetzt ist, sind also bedeutend stärker und häufiger als bisher. So muß die Straßenbefestigung, wie schon in Amerika, stärker und sorgfältiger gebaut werden, und zwar nicht nur die obere Schicht, sondern auch die innere tragende Unterschicht, der Beton, die Packlage usw.

Daß sich unsere Bauingenieure der neuen an sie herantretenden Aufgaben bewußt sind, beweist die kürzlich erfolgte Gründung einer deutschen Studiengesellschaft für den Automobilstraßenbau (vergl. VDI-Nachrichten Nr. 44 vom 28. Oktober 1924). Es bedarf gründlicher und schneller Arbeit, wenn nicht alle Fortschritte der Konstruktion und Fertigung im Kraftwagenbau durch die Mangelhaftigkeit der deutschen Straßen zunichte gemacht werden sollen. Auch darin können wir gegenwärtig von Amerika lernen. [N 910] Dipl.-Ing. Baer.

Der Kraftomnibus als Berliner Verkehrsmittel.

Mehr und mehr taucht in letzter Zeit der Gedanke auf, im Stadtinnern Berlins nach dem Londoner Vorbild die Straßenbahn durch den Kraftomnibus zu ersetzen, der sich, wie Prof. E. Giese in der „Verkehrstechnik" vom 14. November d. J. ausführt, einer größeren Beliebtheit erfreut. Die Gründe hierfür sind in erster Linie, daß sich der Kraftomnibus in den großstädtischen Verkehr besser als die auf den Schienenweg angewiesene Straßenbahn einfügen kann und ein wegen einer Beschädigung aussetzender Wagen den Verkehr der nachfolgenden nicht stört. Ferner hat der Kraftomnibus größere Beweglichkeit; er kann Hindernissen ohne weiteres ausweichen und entwickelt eine mittlere Fahrgeschwindigkeit von 21 km/h (polizeilich sind als Höchstgeschwindigkeit für Kraftwagen 35 km/h zugelassen), die um 3 km/h höher ist als die der Straßenbahn, so daß der Fahrgast mit dem Kraftomnibus sein Ziel wesentlich eher erreicht.

Der mittlere Abstand der Haltestellen ist beim Kraftomnibus geringer, was zwar verzögernd auf die Reisegeschwindigkeit wirkt, jedoch dem Fahrgast die Bequemlichkeit bietet, daß er zum Erreichen der Haltestelle keine großen Fußwege zurückzulegen braucht.

Das Ein- und Aussteigen kann wegen des engen Zuganges zu der kleinen hinteren Plattform bei den Berliner Motoromnibussen nur verhältnismäßig langsam vor sich gehen, obwohl der Schaffner diesen einen Zugang besser übersehen und das Zeichen zur Weiterfahrt schneller erteilen kann. Dennoch haben Zählungen ergeben, daß beim Omnibus die auf einen ein- oder aussteigenden Fahrgast entfallende mittlere Aufenthaltdauer 1,85 s, bei einem einzeln fahrenden Straßenbahnwagen 2 s beträgt. Wenn nun die Aufenthalte an den Haltestellen bei Omnibus und Straßenbahnen im Stadtinnern gleich sind (12 s), so kann der obige Unterschied nur darauf beruhen, daß beim Kraftomnibus die Fahrgäste häufiger wechseln, weil sie ihn hauptsächlich zur schnelleren Beförderung auf kurzen Strecken in der verkehrreichen Innenstadt vorzieht. Zieht man diese Verhältnisse in den Berechnungsplan ein, so erreicht der Kraftomnibus eine mittlere Reisegeschwindigkeit von 14,4 km/h gegen 14 km/h der Straßenbahn. Erwähnt sei noch, daß vor dem Krieg auf der zwischen Halensee und Unter den Linden verkehrenden Eillinie sogar Reisegeschwindigkeiten von 16,7 km/h erzielt worden sind.

Ein weiterer Vorteil des Omnibusverkehrs ist, daß zum Einri neuer Linien keine kostspieligen Gleisanlagen zu bauen sind, an Genehmigung die Behörden nicht selten harte Bedingungen knü Ferner kann auch eine neu eingelegte Omnibuslinie, deren Verkehr den Erwartungen entspricht, ohne Preisgabe hoher Anlagekoste Bahnkörper usw. wieder eingestellt oder umgeleitet werden.

Zur Prüfung der Frage: Straßenbahn oder Kraftomnibus? sind auch die Nachteile des Omnibusses in Erwägung zu ziehen. Ein sc ist in erster Linie die Abhängigkeit des Kraftwagens von der Str decke. Asphalt-, Holz- und auch Kleinsteinpflaster haben sich fü Kraftomnibusverkehr als sehr geeignet erwiesen. Bei Kopfsteinpf und in schlechtem Zustand befindlichen Straßen sind die Erschütt gen erheblich und der Betrieb unmöglich. Ferner wird als Nachtei Autoomnibusverkehrs angeführt, daß der Verbrennungsmotor übel chende Auspuffgase ausstößt, eine Frage, die sich aber wohl durc Wahl besseren Betriebstoffes erledigen wird. Auch die Gefäh des Fußgängers dadurch, daß sich der Kraftomnibusverkehr nich der Straßenbahnverkehr in geregelten Bahnen abwickelt, läßt sich von der Hand weisen. Da die Leistungsfähigkeit des einzelnen busses, dessen Fassungsvermögen nur 42 Personen einschließlich Deckbesetzung, gegenüber 80 Personen bei einem aus Trieb- und hängewagen bestehenden Straßenbahnzug beträgt, konnte bei der Ne nung des Berliner Verkehrwesens der Kraftomnibus noch nicht a Stelle der Straßenbahn treten. Die Straßenbahn hat daher seit vorübergehenden Betriebeinschränkung 1923 bis auf 18,4 vH ihren teil am Berliner Gesamtverkehr wieder auf 44,0 vH erhöht. Der omnibusverkehr hat im September 1924 nicht mehr als 3,7 vH de samtverkehrs in Berlin bewältigt und wird erst durch Eröffnung neuen Linien ständig an Bedeutung zunehmen.

Die Bauart des Berliner Kraftomnibusses ist von dem erst im 1920 aus dem Verkehr gezogenen Pferdeomnibus übernommen wo Kennzeichnend sind das Verdeck mit zwei Reihen Längssitzen un hintere Plattform mit dem entgegen der Fahrtrichtung liegender gang. Ein Vorteil dieser Anordnung ist, daß der Fahrgast aus- einsteigen kann, auch wenn der Wagen nicht bis an den Bürge heranfährt. Der gewandte Fahrgast kann den hinteren Einstieg leichter während der Fahrt besteigen. Da sich die Plattform bei lastung des Wagens stets etwas nach hinten neigt, muß sich der stehende Fahrgast festhalten, um nicht herabzufallen.

Zur schnelleren Abfertigung der Wagen an den Haltestellen hat versuchsweise den hinteren Zugang vergrößert und zweiteilig gest so daß gleichzeitig zwei Personen einsteigen können; eine der Öffnungen liegt gegenüber dem Aufgang zum Verdeck und kann zum Besteigen des Verdecks oder zum Eintritt in das Wageni dienen.

An ausländischen Probewagen wird die Allg. Berliner Om A.-G. auch die Zweckmäßigkeit seitlicher Eingänge prüfen, diese W sind außerdem bedeutend länger als die bisherigen und enthalte Sitzplätze einschließlich des Verdecks. Auch die Spurweite, die 1,56 m beträgt, wurde bei den neuen Wagen verbreitert, so daß m 4 Sitzplätze in der Querrichtung unterbringen kann.

Zur Vermeidung der Kippgefahr und Senkung des Schwerpu ist das Wageninnere etwas niedriger; ferner sind die Verdeckplätze angeordnet, was allerdings den Fahrgast den Witterungsunbilden st aussetzt.

Eine offene Frage ist im Omnibusbetrieb noch die Einführung Luftreifen an Stelle von Vollgummireifen, da die einschlägigen Ver noch nicht abgeschlossen sind. Die Angelegenheit bedarf nicht nur nischer Erörterung, sondern auch die Rücksichten auf Wirtschaftlic und Betriebsicherheit des Omnibusverkehrs spielen hier eine Rolle. den Vorderachsen haben Luftreifen keine Anstände ergeben, e aber noch fraglich, ob sie der dauernden schweren Belastung an Hinterrädern mit Erfolg standhalten. [N 950]

Erhöhung der Absatzmöglichkeiten von Kraftwagen.

In der Zeitschrift „Engineering News Record" Bd. 93 (1924) N wird der amerikanischen Kraftwagenindustrie folgender Rat erteilt: Voraussagen, daß der Kraftwagenmarkt übersättigt werden würde, bisher auf die Annahme gegründet worden, daß das Publikum kein mehr für Kraftwagen aufbringen könne. Tatsächlich fließt jedoc Geld für diesen Zweck weiter und wird wahrscheinlich noch weite ßen, wenn nur die Eigentümer von Kraftfahrzeugen bequeme un genehme Straßen finden. Es liegt also nicht an der Kaufkraf Publikums, sondern an der Leistungsfähigkeit der Straßen in Am

Bisher hat die Kraftwagenindustrie jede Bemühung, ihr Kost Bau von Straßen aufzubürden, bekämpft. Eine Pflicht, zur Unterha der Straßen beizutragen, hat sie zwar anerkannt, weil die Wagen kundig die Straßen abnutzen, aber die Verpflichtung zum Bau von ßen hat sie der Gesamtheit des Publikums zugeschoben, was an nicht unbillig erscheint. Die Kraftwagenindustrie wird jedoch gu alles daran zu setzen, neue Straßen und Wege bauen zu helfen, bei der schnell immer größer werdenden Überfüllung der Bezirke testen Verkehrs die Nachfrage nach Kraftwagen vielfach desha heblich vermindert werden wird, weil es an Platz fehlt, mit ihn fahren.

Wir sind in Deutschland noch lange nicht so weit, aber Kl sagen schon eine sehr bald einsetzende ähnliche Entwicklung des wagenverkehrs voraus. [N 945]

Schluß des Textteiles.

Für die Schriftleitung verantwortlich: C Matschoß, in Vertr. K Meyer Berlin NW 7 Sommerstr. 4a. — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuth

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS

NR. 51 SONNABEND, 20. DEZEMBER 1924 BD. 68

INHALT:

Maschineningenieurwesen [1].

Von Geheimrat Dr.-Ing. eh. A. Riedler, Wien.

Rainhill und Semmering, zwei Taten des Maschinenbaues — Mangelnde Wertung des schaffenden Maschinentechnikers — Idee und Gestaltung — Aus der Not der Zeit hilft nur die Maschinentechnik — Anläufe

I.

Die Geschichte der Technik, von Ingenieuren vernachlässigt, hat eigenwillig einen Tag der Geburt der Eisenbahnen festgesetzt, den 8. Oktober 1829, den Tag der Wettfahrt bei [Rain]hill, als Georg Stephenson seine „Rocket" mit 13 t Zug[gewi]cht und 20 km/h Geschwindigkeit auf der 3 km langen [eb]enen Strecke der Eisenbahn Manchester—Liverpool als Selbst[fahr]er zum Siege führte, den Tag, mit dem die größte aller [Um]wälzungen in geschichtlicher Zeit eingeleitet [wurd]e: die völlige Umgestaltung aller Verkehrs-, Lebens- und [Wirtsch]aftsverhältnisse auf der ganzen Welt.

Diese Umwälzung, vor mehr als 100 Jahren begonnen, soll jetzt gefeiert werden. Georg Stephenson hatte aber [sel]bst schon vor dem Tag von Rainhill, schon 1812 mehrere [seine]r Maschinen auf der Kohlenbahn Killingworth in Betrieb, [ei]n Maschinenmann er war. Sein Sohn Robert hatte schon 1824 [di]e Lokomotivfabrik gegründet. Die Anfänge der rollenden [Dam]pfmaschine reichen fast ein Jahrhundert weiter zurück, [Bahn]en mit Schienenzwang sogar mehrere Jahrhunderte, ihre An[fäng]e waren in allen Ländern die Schleppbahnen in Bergbau[betri]eben.

Das geschichtliche Werten der entscheidenden Zeit, von wann [di]e weltumwälzende Erfindung zählen soll, schwankt daher in [weite]n Grenzen, weil die Ingenieure die Geschichte der Technik [und] ihrer Wirkungen vernachlässigt und anderen überlassen [habe]n, anfänglich nur wenig Sachkundigen.

Der Grundgedanke, nach welchem geschichtlich geurteilt [werd]en muß, ist keineswegs die „Idee" der Spurbahn, denn [dies]e reicht sogar bis ins Altertum zurück. Der maßgebende Leit[gedan]ke ist die Schienenbahn, railroad, und selbst diese nur [von d]er Zeit an, als die tragende Schiene wesentlicher Teil der [Eisen]bahn wurde.

Eisenbewehrte Laufflächen sind noch keine Schienen, wie [bei] der Bahn Linz—Budweis, der ersten Pferdebahn auf dem [Festl]ande. Solche Spurbahnen sind, auch in Österreich, lange [vorh]er im Bergbau gebaut und betrieben worden. Deren Über[gan]g auf andere Pferdebahnen bietet nichts wesentlich Neues.

Maßgebender Leitgedanke für alles geschichtliche [Urte]ilen sind nicht bloße „Ideen" oder „Erfindungsgedanken". [Der] erste, der eine „Idee" gefaßt hat, wird zweifelsfrei nie ge[nann]t, höchstens der erste, der darüber gesprochen oder ge[schri]eben hat. „Ideen" werden vielfach erst nachträglich vorge[dach]t und in vorangegangene Taten hineingedeutet!

Maßgebender Grundsatz für geschichtliches Werden, für die Wirkung allen Fortschritts und für alles Ingenieurschaffen überhaupt muß sein:

„Im Anfang war die TAT."

Die folgenschwere Tat im Werden der Eisenbahnen war nur ihr Verlebendigen durch die rollende Dampfmaschine. Nur diese Tat hat die weltumwälzenden Wirkungen gebracht, alle anderen Leistungen waren nur Vorbereitung hierfür. Das uralte Segelschiff ist ebenfalls nur durch die Dampfmaschine weltumfassend Dampfer geworden.

Unzulässig wäre es daher, andere Gedenktage hervorzuholen, als den Tag der umwälzenden Betriebsleistung: etwa den Tag der Vollendung des Baues oder gar den Tag seiner amtlichen Genehmigung, der doch alles Öffentliche unterliegt, auch das Unnütze, nur der Unterhaltung Dienende; die Genehmigung kann nie bedeuten, daß die Ämter Wichtiges vorausgeschaut hätten.

Geschichtliche Tatsache ist, daß die damals Lebenden in den ersten Eisenbahnen auf dem Festlande nichts Weltbewegendes vorausgeschaut haben. Einzelne Ausnahmen wie Harkort, List, bedeuten keine Regel. Das ist durchaus begreiflich; denn das, was wir jetzt „Bedürfnis" des Verkehrs nennen, davon konnten die Vorfahren noch keinerlei Ahnung haben.

Tatsache ist ferner, daß das Werden der Eisenbahnen damit bekämpft wurde, daß ja die vorhandene Post nur schwach benutzt sei, daher kein Bedürfnis vorliege. Tatsache ist auch, daß Arbeiter, Fuhr- und Wirtsleute dem Eisenbahnbau feindlich Widerstand leisteten, ohne daß sie amtlich daran gehindert wurden. Städte konnten zwar die Eisenbahnen nicht verhindern, sie suchten sie aber möglichst fernzuhalten, weil eben niemand deren Tragweite erkannte. An der Linienführung der ersten österreichischen Eisenbahn, der Nordbahn, zeigt sich dies besonders auffällig durch die vielen Nebenbahnen, durch die sich die Städte nachträglich mit der entfernten Hauptbahn verbinden mußten. Die Nachfahren büßen jetzt die Kurzsicht ihrer Vorfahren.

Noch unzulässiger wäre es, jetzt die Dampflokomotiven zu unterschätzen, weil angefangen wurde, Stromlokomotiven und Motorbetriebe durchzuführen. Das wäre sachfalsch und geschichtswidrig.

Die Dampflokomotiven haben ihre herrschende Bedeutung noch lange nicht verloren, ihre Vervollkommnung beginnt erst. In der geschichtlichen Werdezeit sind sie allein maßgebend.

Die Wettfahrt bei Rainhill hat die Lokomotive nicht hervorgerufen, die große Tat Stephensons hat sie nur in weiten Kreisen erst bekannt gemacht.

Die Semmeringpreisfahrt hingegen, im September 1851, mit neuartigen Lokomotiven auf der Strecke Payerbach—Eich-

[1] Der nachstehende Aufsatz ist verfaßt aus Anlaß des 50jährigen Be[stehen]s der Fachgruppe der Maschineningenieure im österreichischen Ingenieur- [und A]rchitektenverein und erschienen in der Zeitschrift des österr. Ing.- und [Arch.-]Ver. vom 12. Dezember 1924

berg, war tatsächlich die erste nennenswerte Gebirgsfahrt. Vorher gab es nur kurze Rampen, kleine Gefällstufen, die mittels Seiltriebes oder mit Gegengewichten an Seilen überwunden wurden, Rampen, die sogar noch in den achtziger Jahren im Betrieb waren und schwere Verkehrshindernisse bildeten, u. a. Ronheide vor Aachen, Ans bei Lüttich, Hochdahl bei Düsseldorf usw. Größere Dauersteigungen gab es vorher nur wenige, wie z. B. die „Steige" bei Geißlingen, die mit gewöhnlichen Lokomotiven entweder durch Teilen der Züge oder durch Vorspann- und Nachschublokomotiven überwunden wurde.

Der Eisenbahnbau über den Semmering war ein Ingenieurwerk kühnster Art, er konnte nur durch neuartige Maschinen verlebendigt werden. Solche Maschinen zu schaffen, war der Sinn des Wettbewerbs am Semmering. Die Maschinenbauer hatten damals für die neue Gebirgsbahn mit großer Dauersteigung Neues schaffen müssen, für schwachen Oberbau, mit kurzen Eisenschienen, ohne geeignete Vorbilder, zu einer Zeit, als es noch keine Stahltechnik gab, sondern nur unsichere Baustoffe, nur Gußeisen und Schweißeisen.

Der Dauerbetrieb über den Semmering wurde in kurzer Zeit erreicht, ohne großes Lehrgeld, ohne wirksame oder gar selbsttätige Bremsen. In 70 Jahren Vollbetrieb, seit 1854, sind trotz zusätzlicher Wetterschwierigkeiten überhaupt keine großen Unfälle vorgekommen und weniger Unfälle als auf manchen ebenen Bahnstrecken. Ein bahnbrechendes Ingenieurwerk wurde am Semmering geschaffen und verlebendigt.

Die Maschinenbauleistung am Semmering muß gewürdigt werden, unter Berücksichtigung der damaligen höchst unvollkommenen Mittel der Herstellung und des Betriebes. Die Frage liegt nahe, wie der Betrieb auf der großen Dauersteigung ausgefallen wäre, wenn es dem damaligen Maschinenbau nicht gelungen wäre, neue betriebstaugliche Maschinen zu schaffen, was damals mit den verfügbaren ärmlichen Mitteln durchaus nicht sicher war. Der schließlich erreichte sichere Betrieb war eine dem kühnen Bahnbau ebenbürtige Hochleistung des Maschinenbaues. Wer würdigte damals solche Maschinenbauleistung? Oder in der Gegenwart?

Der Grundgedanke der meisten Semmeringmaschinen war, das gesamte Dienstgewicht mit Tender als Haftkraft auf glatten Schienen auszunutzen, somit alle Räder, auch die des Tenders, anzutreiben. Die damaligen Antriebmittel mußten aber versagen, wenn sofort voller Erfolg gefordert wurde. Es wurden Kettentriebe verwendet und nach dem Wettbewerb (von Engerth) auch Zahnradtrieb zwischen Lokomotive und Tender. Solche Triebe konnten mit den damaligen Baumitteln keinen Erfolg versprechen.

Ghega hat sein kühnes Werk geschaffen, ohne unmittelbares Vorbild, ohne Rampen und ohne erprobte Zugmaschine. Er hat eine neue Aufgabe gestellt, der Maschinenbau hat sie gelöst, trotz unvollkommenster Mittel. Wie wäre der Ruhm des Erbauers der ersten Gebirgsbahn ausgefallen, wenn der Maschinenbau versagt hätte? Wenn es nicht gelungen wäre, das kühne Bauwerk für den Betrieb auf glatter Bahn zu verlebendigen? In dieser Welt, in der doch nur der Erfolg gilt! Nie die Schwierigkeiten, nie die kühne Absicht!

Von den Erbauern der betriebsbrauchbaren Semmeringlokomotiven ist uns keine Persönlichkeit unbestritten überliefert, nur Namen von Fabriken. Engerth war zur Semmeringzeit technischer Berater des damaligen Verkehrsamtes, er hat auf Grund des Wettbewerbes seine Form der Lokomotive geschaffen, mit Zahnradtrieb zum Tender, hat sie dann mehrfach umgebaut, den Rädertrieb verworfen, so daß nur eine schwere Maschine übrig blieb, mit überhängender Feuerkiste, mit 3 bis 4 Kuppelachsen und Schlepptender, mit der der Betrieb über den Semmering geführt wurde.

Trotzdem wird ihm das Verdienst bestritten, die einfache Grundlage zuerst erkannt zu haben: nur schwere Lokomotiven können große Steigungen überwinden! Dieser Grundgedanke schien, gerade wegen seiner Einfachheit, vielen widersinnig, wie denn auch in der Anfangzeit der Eisenbahnen versucht wurde, die Lokomotiven auf der glatten Bahn durch sonderbare Mittel vorwärts zu stoßen. Der bloße Haftungstrieb schien undenkbar. Jetzt werden Ketten- und Zahnradtriebe für hohe Leistungen verwendet, aber mit höchstwertigem Stahl und den Erfahrungen des Schnellaufs, deren Anfänge damals noch nicht vorlagen. Mit den jetzigen Baumitteln und Erfahrungen hätte jede der damaligen Semmeringmaschinen vollen Erfolg bringen können. Damals war alles maschinentechnische Schaffen schwer behindert durch die unvollkommenen Mittel. Die „Idee" des Baues ist nur vorläufiges Ziel, nur Absicht, die nicht für den Betriebserfolg genügt. Erstgedanken entscheiden wenig, sondern die Tat des Neugestalters und die Mittel seiner Tat.

Bei beiden Preisfahrten, bei Rainhill und am Semmerin die neuartige Leistung im Maschinenwesen, im lebendigen einer neuen Betriebsart. Der Leistungsver zeigt die Größe des Fortschritts: Die „Rocket" leistete bei hill etwa 20 PS. Auf dieser Grundlage ist der weltumgesta Eisenbahnverkehr erstanden! Die Semmeringmaschinen lei schon bei der Preisfahrt bis 300 PS, erreichten 12 km/h Gesc digkeit auf der Dauersteigung von 25 vT bei 140 t Zuggew eine große, wenig gewürdigte Maschinenleistung, die f bringend als Vorbild für weitere Gebirgsbahnen und Sc maschinen wirkte.

Die Eigenart und Selbständigkeit in allen Zweigen österreichischen Ingenieurkunst muß gebührend g digt werden, um so mehr, als jetzt als Folge des verlo Krieges ebenso wie nach der Semmeringzeit wieder fren Einfluß alles Schaffen beeinflußt. Für österreichisch genieure sind solche von außen kommende Hemmungen nicht

Österreich war in schwerer Geldnot gezwungen, s Staatsbesitz fremder Ausbeutung auszuliefern. Die Gegenst die Namen waren damals andere als jetzt, Sinn und Zweck Überfremdung waren: den noch verbliebenen Besitz fremdem fluß zu unterstellen. Die staatlichen Eisenbahnen wurden 90 Jahre „verpachtet" an den Crédit mobilier unter Mitwir von Isaac Perreire, Rothschild und Sina. Der „P schilling" für die Eisenbahnen, für die Fabriken und Hütte Wien, Kladno und Reschitza betrug 35 Millionen Gulden für Wertbesitz, darunter 1200 km Eisenbahnen, deren Betriebs mit 8 Millionen bewertet wurden. Außerdem mußte der Staa Ertrag gewährleisten, die „Zinsengarantie" hat alle österr schen Staatsfragen schwer bedrückt. Die südlichen Linien wu zur „Südbahn-Gesellschaft" vereinigt, abhängig von ihrem Pa Komitee und der Pariser Börse. Der langjährige Leiter der bahn hat sich beim Bewerben um einen Sitz in der französis Kammer gerühmt, er habe in Österreich stets für Frankreich wirkt. Die sonstigen Staatsbahnen mit den Fabriken in V den Gruben, Hütten, Wäldern in Böhmen und im Banat bil die „Staats-Eisenbahn-Gesellschaft".

Inmitten dieser Abhängigkeiten haben österreichische genieure bei allen Bauten und Betrieben größte Selbständi betätigt. Einige Namen von Schächten, zu Ehren der Franz und eine Maschine aus dem Werk in Creusot sind die wer Reste aus der Franzosenzeit.

Der Semmeringbahn folgte bald die Karstbahn, dan rascher Folge Brenner-, Nordwest-, Pustertal-, Franz J Gisela-, Rudolfsbahn, dann Arlberg- und Tauernbahn. Alle W blieben eigenartig, wenig ausländische Lokomotiven konnten gang finden; heimische Fabriken konnten sogar für die Franz bauen, für deren West-, Ost- und PLM.-Bahn.

Österreichische Ingenieure haben hervorra im Ausland gewirkt: u. a. der Wiener Karmarsch an Hochschule in Hannover als einer der Bahnbrecher der T nologie, der Steyrer Redtenbacher in Karlsruhe, richt weisend für Maschinenbau, der Grazer Dolezalek als genieur der Gotthardbahn, dann als Professor in Hannover Berlin, Hans Kraft (de la Saulx) als leitender Ingenieur Cockerillwerke in Seraing, die führend waren im Maschine und hervorragend beteiligt am Erfolg des ersten Großtunnels Mont-Cenis, der Brückenbauer Gustav Lindenthal in York.

II.

Der Maschinenführer, der Kraftfahrer Steph son wurde in der Ruhmeshalle größter Engländer geehrt n Watt, Nelson, Wellington, Shakespeare. Wa ist es doch undenkbar, daß ein österreichischer oder deuts „Maschinist" geehrt werde in einer Ehrenhalle der Größten? auch nur in einem technischen Museum, ohne daß selbst zugleich oder überwiegend, die Posaunen für die Wissensc ertönten? Deren Sache das Gestalten der Ingenieurw doch durchaus nicht ist. Ebensowenig wie das Verleb digen der Betriebe durch Maschinen!

Bei der Weihe des Ehrendenkmals in der Westminster hat der Maschinentheoretiker Rankine der Universität Glas zu Ehren Stephensons gesagt: „Das ungelernte Talent, das sunde praktische Denken des Volkes, die schwielige Hand Arbeiters hat die Eisenbahn allein geschaffen, die Schulwei hat kein Teil an ihr . . ."

Wären solche Worte bei uns möglich, auch nur denk Hätte z. B. Burg, der Leiter des Wiener polytechnischen I tuts und Preisrichter am Semmering, solche Worte spre können, ja sprechen dürfen, ohne scharfen Widerspruch zu fahren? Könnte und dürfte jetzt noch ein Hochschullehrer s Worte in die Welt setzen, ohne vorher und überwiegend höc

esang der Wissenschaft anzustimmen? Obwohl das Gestal- von Ingenieurwerken ebenso hohe Geistesarbeit er- rt wie das Erweitern der Wissenschaften? Und Schaffens- und Verantwortung für die sachrichtige Wirkung noch die von Wissenschaften nicht immer oder gar nicht ge- rt wird!

Die siegreiche „Rocket" ist im Kensington-Museum aufge- fast jeder Engländer kennt und wertet sie als hohes Volks- Alle Preislokomotiven der Semmeringfahrt sind alsbald ins Eisen gewandert, nachdem einige mit ihren Kesseln vorher minderwertige Bahnhofsdienste leisten mußten.

Hohes Werten der Technik überhaupt, des Maschi- wesens insbesondere, herrscht eben nur in angelsächsischen en. Maschinentechnische Leistungen werden in England r anerkannt, sie sind zum Teil tief ins Volk gedrungen, auch Leistungen des Lokomotivbaues von der „Rocket" an. Die terfolge der Engländer beruhen auf richtigem Werten der ik.

Bei uns wissen Volk und Land und die Herrschenden in der e gar wenig von der Ingenieurkunst und nichts von der hinentechnik, nichts von den Großleistungen am Semmering. ird höchstens der kühne Eisenbahnbau gelobt und seine eigen- Schönheit, inmitten schöner Gebirgswelt. Die Maschinen n unbekannt, damals und jetzt.

Zur Wettfahrt des englischen Maschinenführers Stephen- 1829 ist der allgewaltige „eiserne Herzog" Wellington roßem Staatsprunk erschienen, er blieb unbeachtet neben dem ichen selbstfahrenden Maschinenführer. Keine Einbildung annehmen, daß 1851 zur Prüffahrt am Semmering etwa der chtige Staatskanzler Metternich oder andre Staatsgrößen Payerbach oder Eichberg gekommen wären.

Zur Wettfahrt bei Rainhill sind gewaltige Menschenmassen Manchester und Liverpool zugeströmt als begeisterte Zeugen euen Tat. Nichts wurde davon vernommen, daß sich auch neugierige Wiener oder Grazer zur Semmeringfahrt einge- n hätten, alles blieb Amtshandlung. Und wenn sie gekom- wären, hätten sie gewußt, wer die Helden waren? Wer die fer der Ingenieurwerke? Oder gar wer die neuen Ma- nen geschaffen oder geführt hat?

Starke Persönlichkeiten, schaffende Männer ihre Taten gelten den Engländern vor allem, sie wer- Sinnbilder des ganzen willens- und tatenstarken Volkes, dann, wenn der Tatendrang Mißgriffe und Rückschläge t, die keinem Tatkräftigen erspart bleiben. Nur die Taten- die können nie daneben hauen, die tatunfähigen Grübler Krittler, die bleiben vor Fehlern bewahrt, und Recht behalten dem jederzeit. Bringt die Tat Erfolg, dann sagen sie, das icht neu oder sei selbstverständlich, sei „nur Anwen- g" einer schon bekannten Einsicht; bringt sie Mißerfolg, „beweisen" sie, daß das vorauszusehen war.

Nur starke Persönlichkeiten sind die Schöpfer des m, besonders in der Technik, trotz der notwendigen Mit- vieler in planmäßiger Gemeinarbeit. Die bloße „Idee", eitgedanke, ist in der Technik nur erster Anfang der Tat, bis rfahrung ein sach- und zwecksicheres Urteil über ge- te Verhältnisse und Grundlagen und ein neues Ziel weist. „Ideen" sind billiger als Brombeeren, sie zählen nicht die Kraft und Erfahrung für die Tat, für die Verwirk- g der leitenden Gedanken, durch eine betriebrichtige Ge- tung. Nur das schöpferische Schaffen und Gestalten zählt elbst dieses nur dann, wenn es dem klar erkannten, voraus- lten und betriebsrichtigen Zweck entspricht. Technik en nie Selbstzweck.

ngenieure begehen einen Grundfehler, daß sie ihr zweck- ges Schaffen widerspruchslos erniedrigen lassen, daß sie erede dulden, zweckfreies Grübeln stände höher als zweck- ußte Taten!

ngenieure begehen ebenso einen Grundfehler, daß sie Ruf Ruhm ihres Gestaltens ganz dem Werk allein überlassen, dem Amt, oder der Unternehmung. Dadurch entfällt das lige Vorbild der Persönlichkeiten, zum Schaden Nachwuchses. Wer kennt denn in jüngeren Fachkreisen rbauer der Karstbahn, der Brennerbahn, die Erbauer selbst eueren Bahnen und ihrer Einzelbauten? Wer kennt denn halb der allerengsten Fachkreise auch nur einen einzigen aschineningenieure, die das Lebendige der Eisen- n, ihren Betrieb geschaffen haben?

Am Semmering genießen alljährlich Tausende die Gebirgsluft end des Zugaufenthaltes vor dem Tunnel. Vielleicht, daß ich einen Blick auf das Ghega-Denkmal werfen. Wie viele ien Tausenden wissen denn, wer der Mann war? Auf gut aren Ingenieurwerken sind Marmor- oder Erztafeln ange- bracht, die der Nachwelt Herrscher und Beamte und die Unter- nehmerfirma verkünden, nie aber den Ingenieur, der das Werk geschaffen hat! Die Schöpfer, die Persönlichkeiten ver- schwinden hinter den Verwaltern, hinter den Nutznießern der Technik!

Maschinen insbesondere gelten in der Verwaltung, bei den Nutznießern, leider im Ingenieurwesen selbst, als bloßes Werkzeug, das man bestellt und benutzt. Der Maschinenbauer wird höchstens „gehört", sein Urteil wird oft den Ansichten von Maschinenbau-Unkundigen unterworfen. In der Wirtschaft wird der Maschinenbauer immer Unterlieferer für das Ingenieurwerk, wobei ihm schwerste Verantwortung aufgeladen wird, weil der Erfolg nur seiner Werke nach Maß und Zahl gewertet werden kann. Bei Gesamtwerken wird der Maschinenbauer zu- meist überhaupt nicht genannt, höchstens der Lieferer, der Un- ternehmer.

Weil das Überschätzen der bloßen „Ideen" herrscht, statt der Tat die zweckrichtige Verwirklichung der Leit- gedanken voranzustellen, deshalb ist bei uns die Regel: die erwähnte ganz unfruchtbare Jagd nach angeblicher „Priori- tät" des Erstgedankens, dem Erstrang und Alleinverdienst zu- geschrieben werden, nach gelehrtem Vorbild aber zum Nachteil der Tat.

Die „Idee" des Flugzeugs, der Tauchboote, der Kraft- fahrzeuge z. B. ist doch sehr alt, es ist unmöglich, den Erst- gedanken zweifelsfrei festzustellen. Alle diese großen technischen Neuerungen wurden jedoch erst entscheidend verlebendigt durch betriebsbrauchbare Leichtmotoren, durch Leistungen der Maschinenbauer, deren Werke meist stiefmütterlich erwähnt werden; meist werden nur die Fabriken genannt, die schöpferischen Persönlichkeiten bleiben unbekannt — nur im Maschinenwesen!

Max Maria v. Weber, der sächsische Eisenbahnfachmann, hat anläßlich der Fünfzigjahrfeier der Rocketfahrt Stephensons bei einer Festrede in Berlin ohne Widerspruch meinen können: „Stephenson übergab die rollende Dampfmaschine in einer Gestalt, an der seine Epigonen nur im Detail bessern, durcharbeiten, verstärken konnten, der sie aber keine wesentlichen Organe mehr anzufügen hatten."

Also auch der Eisenbahnfachmann überschätzt die „Idee" auf Kosten der fortschreitenden und umwälzenden Neugestal- tung; doch nur deshalb, weil er selbst das Maschinenwesen weit unterschätzt. In Wirklichkeit ist die Lokomotive der Epi- gonen in ihrer Gestaltung und Betriebwirkung, nicht nur im Detail, von der Rocket so völlig verschieden, wie ihre 20 PS und geringe Zugleistung von den jetzigen 2000 PS-Schnellzugmaschinen und Schwerbetrieben. Die neuen Turbinenlokomotiven enthalten von den „Organen" der Rocket gar nichts mehr, ebenso die Strom- lokomotiven.

Nicht einmal die Tatsachen werden gewürdigt: die alte Dampflokomotive! Sie ist ein merkwürdiges Werk, zwar noch unvollkommen in der Wärmeausnutzung, hat sie jedoch die ganze Welt umgestaltet durch ihre Zuverlässigkeit, sie entspricht den übertriebenen Fahrplänen, die Höchstes als Durchschnitt fordern, die keinerlei Störungen vorsehen, während die Wirklichkeit der Betriebe sie überreichlich bietet. Die Ma- schinen leisten trotzdem ihren Dienst, zu jeder Zeit, bei jedem Wetter, der Fall kommt höchst selten vor, daß unter den un- zähligen täglichen Zügen einer wegen eines Maschinengebrechens auf der Strecke liegen bleibt. Die Mängel werden eben von den Fahrern sofort behoben, oft in voller Fahrt! Wer kennt solche Leistung? Wer würdigt sie? Wer kennt die Schöpfer des Maschinenbetriebes, der derart hohe Forderungen erfüllen kann?

III.

Vorausschauen in die Zukunft ist unerläß- lich, jedoch sehr schwierig, besonders seitdem sich alle Schaffens- verhältnisse ungünstig und unsicher gestaltet haben wie noch nie.

Hemmnisse wirken in unsrer Zeit tiefschädigend auch auf die Ingenieurkunst allseitig: Der verlorene Krieg und seine erdrückenden Folgen. Das enggewordene Land, an Stelle des weiten Reiches, dessen nichtschaffendes Rüstzeug jedoch verblieben ist. Die Nachbarn, die sich zunehmend absperren, die früher Teile des Ganzen waren. Die vielen Fa- briken, die während des Krieges erstanden sind oder ver- größert wurden und nunmehr im klein gewordenen Arbeitsfeld weiterwirken wollen. Die vielen Industrien, die im Krieg, sogar in weltfernen Ländern, geschaffen wurden. Die vielen Völker, die jetzt alle erzeugen statt kaufen wollen usw. Alles das schafft große Not, zugleich aber neue Aufgaben, die die In- genieurkunst lösen wird. Trotz alledem!

Österreichs Not in der Gegenwart ist indes ähnlich wie in der vorhin gekennzeichneten Franzosenzeit vor einem Menschenalter, als der Staat Besitz und Ertrag des Wenigen, was ihm geblieben, fremdem Einfluß ausliefern mußte. Österreichische Ingenieure haben damals unter drückenden Verhältnissen mit ärmlichsten Mitteln Großes, Vorbildliches geleistet, sie haben ihren Anteil am Wiederanstieg erkämpft, gemäß dem Wesen der Ingenieurkunst, das in schöpferischen Taten liegt. Sie werden wieder Großes vollbringen, wenn sie nicht durch Tatunfähige behindert werden.

Jetzt sind alle Ingenieurarbeiten sowie alle Wirtschaft entscheidend abhängig von Leistungen des Maschinenwesens, schon von einem ihrer vielen Zweige, den Transportmaschinen oder von der Wärmewirtschaft. Kein Lebens- und Wirtschaftsgebiet gibt es mehr, das nicht lebenswichtig unmittelbar abhinge von Leistungen der Transportmaschinen und unmittelbar von der Wärmetechnik. Dabei ist vieles Geleistete nur unvollkommener Anfang weiterer Hochleistungen. Alles ist derart gewaltig, daß selbst tatsächlich schon erreichter Fortschritt in weiten Kreisen noch gar nicht erkannt und gewürdigt ist, und immer wird die maschinentechnische Leistung im Zusammenwirken der verschiedenen Richtungen der Technik am wenigsten gewürdigt, wie u. a. die Leistungen der jetzigen Flugtechnik, die lange Zeit nur als Sport gewertet wurde, ebenso wie Kraftwagenfahrt. Die Welt würde rascheren und tieferwirkenden Fortschritt erleben, wenn nicht allerorts die Maschinentechnik verkannt und zu einer bloß dienenden Rolle herabgedrückt würde.

* * *

Der wahre Lehrmeister ist der Zwang, die Not. Weil die Not erfinderisch macht, weil anzunehmen war, daß in der Zeit stärkster Not, nach der unfruchtbaren Unrast und den vernichtenden Wirkungen des Krieges viel Neues geschaffen wurde, deshalb habe ich Mühe und Kosten aufgewendet, um zu erfahren, was in den Hauptländern seit dem Kriege Neues geschaffen wurde, zugleich mit der Absicht, die Bahnbrecher des Neuen persönlich kennen zu lernen. Sie waren, wie zu erwarten war, die Erfahrenen, die mit wissenschaftlichen Mitteln gestaltend streben und zweckrichtig die Betriebe erfassen. Zudem habe ich die Freude erlebt, unter ihnen frühere Schüler und Mitarbeiter wiederzusehen. Ich mußte mich natürlich auf ein enges Feld beschränken, indes auf das wichtigste, die Energiewirtschaft, kann aber hier nur weniges andeuten, weil der Schutz des Neuen noch nicht abgeschlossen ist und weil der gegebene Rahmen Einzelnes verbietet.

Die Energiewirtschaft, die betriebsrichtige Ausnutzung der Naturkräfte wird eine tiefe Umgestaltung erfahren, sowohl in der Wärmewirtschaft mit Kohle, wie in der Wasserkraftwirtschaft, die vorhandene Gefälle ausnutzt.

In den Dampfbetrieben wird endlich die alte Forderung ausgiebig verwirklicht: mit größtmöglichem Wärmegefälle zu arbeiten, mit Drücken bis 100 at, während bisher in Betrieben nur 12 bis 14 at verwendet waren und nur für Versuchzwecke wesentlich höhere Drücke. Dazu kommt, daß die Dampfturbine nur durch richtiges Gestalten der Einzelheiten (geringe Relativgeschwindigkeiten, geringste Verluste in Spalten, in der Saugwirkung und den Massenwirkungen), bei einer Wärmeausnutzung angelangt ist, höher als bei Gasmaschinen, so daß das Ende der Großgasmaschinen (in Hüttenwerken) vorauszusehen ist und das Ende derjenigen Turbinen, bei denen unter dem Druck der Kaufleute nur billigste Anlagen erstrebt wurden.

Nur Hochdruckdampfturbinen werden herrschen auf Hütten mit gasgefeuerten Hochdruckkesseln und die Hochdruck-Ölmaschine. Stromfernleitung aus Dampfbetrieben wird in ihrem Überlandbereich und in ihrem wirtschaftlichen Wert eingeengt werden, weil es möglich wird, schon unweit großer Kraftwerke Strom aus Kohle billiger zu erzeugen, als ihn durch Fernleitung zu beziehen, aber zunächst nur bei großen Leistungen. Kohle kann aber billiger verteilt werden als Strom. Dieser Fortschritt wird wirtschaftlich folgenschwer wirken, denn es wurden nur aus einseitigen Erwägungen viele Betriebe „e trifiziert“, ohne jeden Versuch, vorher die Mängel de herigen Dampfbetriebes durch einfache Mittel zu beseitige die zweimalige Energieumwandlung der elektrischen Betrie vermeiden, was jetzt mit einfachen Mitteln möglich wird. St betrieb war aber derartig Trumpf, daß jeder, der der Bess der Dampfbetriebe das Wort redete, von den Sonderfach als weit rückständig angesehen wurde.

Richtige Hochdruckkessel sind die Vorausse dieser Neuerung. Sie waren bisher nur Verstärkung der rohrkessel mit ihrem unsicheren Wasserumlauf, der geringe Zustandsänderungen gestört, sogar umgekehrt w konnte und hatten unter vielen Störungen zu leiden, auch Kesselstein.

Die neue Art der Hochdruckkessel erhält wirk Zwangumlauf, und zwar nicht des Wassers, so des Dampfes. Die Verdampfer werden von den hitzern vollständig getrennt, und in den Verdampfern die Wärme umgekehrt wie bisher geleitet: von innen außen, und dadurch erreicht, daß die Kesselsteinplage gar seitigt wird, anderseits, daß die bisher unmögliche Aufgabe ständig gelöst wird, die Leistung und die Dampferzeu selbsttätig und unmittelbar von der Turbin zu regeln. Das Betriebswidrige wird aufhören, daß die K leute im weit entfernten Kesselhaus aus einigen mittelbaren zeigen nur unklar ahnen, wie hoch der jeweilige Dampfbeda Maschine sein mag. Die Dampferzeuger können unmit neben der Kraftmaschine liegen.

Volle Ausnutzung aller verfügbaren Wasserkr — der „weißen Kohle“ — wird größte volkswirtschaftlich deutung erlangen, angesichts der Kohlenarmut vieler Länder besondere Österreichs. Volle Ausnutzung der Wasserkraftan wird zur Lebensfrage wegen der Baukosten und ihrer zinsung.

Die kommende Neuerung besteht darin, solchen Da betrieb zu schaffen, daß alle Energie, die nicht verbraucht ferngeleitet wird, an der Kraftstelle selbst in Brenns (Wasserstoff) verwandelt wird oder in Stickstoffdün — ohne empfindliche Maschinen, ohne geschulte Wartung. W serstoff als Brennstoff bietet höchsten Heizwert und brennt ohne Rückstände zu Wasserdampf. Die Verteilung Wasserstoffes in Hochdruckflaschen bedeutet nur eine Trans frage, die Anpassung an vorhandene Heizvorrichtungen, auc Hausbrand, nur eine Veränderung von Einzelheiten.

Kleine und mittlere Wasserkräfte werden durch ebenfalls ausbaufähig, besonders in landwirtsch lichen Bezirken, deren Ausbau bisher wirtschaftlich u lich war, weil sie ohne Betrieb von Mühlen oder Sägen einmal im Jahre, während der Dreschzeit, geringen bedarf ergaben, alle andre Zeit aber wenig oder nichts. solcher Vollausnutzung der Wasserkräfte mit einfachen M unter ungelernter Wartung, liegen unabsehbare Fortschritt lichkeiten, gerade durch die Summe der vielen klei Anlagen.

Diese und viele andre weitwirkende Neuerungen konnt genau kennen lernen samt den wissenschaftlichen und Bet versuchen, auf denen sie ruhen. Ebenso tiefwirkende rungen an Gasfeuerungen, Gasreinigung, an Martinö Hochöfen, an zahlreichen Maschinenbetrieben. umwälzenden Neuerungen sind als „Ideen“, als „Erfindungsg ken“, höchst einfach, ihre Gestaltungen sind Meis leistungen von Erfahrenen. Raum und Anlaß verbieten näheres Darlegen.

In ärgster Not gedeiht der Fortschritt. Trotz alledem! hingegen die Not unsrer Zeit nur tatenlos bejammern kann die durchaus endlosen, fruchtbringenden und wertesc fenden Fortschritte der Technik, insbesondere des schinenwesens, nicht würdigen, nicht einmal sehen ahnen kann, „der stehle weinend sich aus diesem Bund!“

. . . „Allen Gewalten zum Trutz sich erhalten,
Nimmer sich beugen, kräftig sich zeigen . . .“

[B 9

Die Dampferzeugung auf der Weltkraftkonferenz in London 1924.

Von Dipl.-Ing. F. Weber, Düsseldorf.

Bericht über die Vorträge auf dem Gebiet der Dampferzeugung: Hochdruckdampf in Amerika. 35 at und 400° C mit Zwischenüberhitzer und Luftvorwärmer. Verbindung von Dampf- und Wasserkräften in Schweden. Blomquists Forderungen für den Bau von Hochdruckkesseln. Brennstoffwirtschaft in England und Amerika. Neueres über die Verwertung von Holzabfällen und Torf. Kohlenstaubfeuerungen. Makarieff-Feuerung für Torf. Dampfspeicher.

Von den 420 Vorträgen, die der ersten Weltkraftkonferenz in London vorgelegt und den Teilnehmern zu Beginn des Kongresses gedruckt zur Verfügung gestellt wurden, waren .hernd dreißig der Dampferzeugung gewidmet. Ebenso wie nmöglich war, diese Vorträge auf dem Kongreß zu halten, man ihren Inhalt auch nur einigermaßen erschöpfend wieeben; ein Bericht darüber muß sich darauf beschränken, auf wichtigsten Punkte hinzuweisen und Fingerzeige für die wahl einzelner Aufsätze zu näherem Studium zu geben.

Hochdruckdampf.

Es versteht sich von selbst, daß die Anwendung des Hochkdampfes in erster Linie besprochen wurde. Von deutschen rägen hierzu lagen vor: Dr. Münzinger, „Der Einfluß Höchstdruckdampf auf Durchbildung und Wirtschaftlichkeit Kesselanlagen großer Dampfkraftwerke, besonders von trizitätswerken" und Hartmann, „Der Hochdruckdampf, e bisherige Anwendung und seine Aussichten in der Kraft- Wärmewirtschaft".

Münzingers Arbeiten sind aus dem VDI-Sonderheft „Hochkdampf" und dem Buch „Amerikanische und deutsche Großpfkessel" hinlänglich bekannt. Nach seinen Angaben sind Merkmale der zukünftigen großen Kraftwerke:

- Dampfdruck von 40 bis 100 at,
- Dampftemperatur von 400 bis 425 °C,
- Kessel mit kleinem Wasserinhalt und mit Speisewasservorwärmung durch Turbinenanzapfdampf,
- Ruths-Dampfspeicher im Bereich niedriger Drücke,
- Zwischenüberhitzung des Dampfes,
- Kohlenstaubfeuerung,
- Lufterhitzer.

Kraftwerk mit diesen Kennzeichen wird in bezug auf den modynamischen Wirkungsgrad der Dieselmaschine sehr nahe men. Die Wärmeersparnisse werden gerade für die reinen ftwerke, wo man die Wärme, die mit dem Kondensatorlwasser verloren geht, nicht voll nutzbar machen kann, im wert beträchtlich die Zinsen und Abschreibungen der bedern Anlagekosten für Hochdruckwerke übersteigen. Die amtersparnis an Betriebskosten mit Einschluß der Kohlen- Kapitalkosten werden beim Steigern des Dampfdrucks von auf 100 at 10 bis 20 vH betragen, vorausgesetzt, daß es ge, Höchstdruckkessel mit kleinem Wasserinhalt zu bauen.

Auch der Beitrag von Hartmann enthielt im wesenten deutschen Ingenieuren Bekanntes. Seit der Veröffentung der Arbeiten von Wilhelm Schmidt über Hochdruckpf im Jahre 1921 auf der Hauptversammlung des VDI in sel kann man ein sprunghaftes Steigen der Betriebsdrücke Dampfkraftanlagen beobachten. Die Versuche haben ferner eigt, daß die praktischen Vorteile des Hochdruck-Dampfiebes merklich größer sind als die, welche man nach der orie erwarten konnte. Bei Drücken von mehr als 30 at und apftemperaturen von mehr als 400 °C und durch Zwischenrhitzung und Vorwärmung des Speisewassers mittels schendampfes kann man den Wärmeverbrauch von Kondenonsanlagen auf ungefähr 2000 kcal/kWh beränken. Noch größere Ersparnisse kann man ch Anwendung von Höchstdrücken erzielen. Bei em Anfangsdruck kann man jede beliebige Ausspannung und folglich in gemischten Betriefast immer erhöhte Ersparnis an Kraft- und zdampf erhalten. Die Erzeugung von Hochkdampf und seine Ausnutzung in Kolbenchinen hat sich praktisch bewährt. Für die apfturbinen werden gegenwärtig vorteilhafte ungen erprobt. Der Hochdruckdampf wird in Dampfanlagen allgemein werden.

Bemerkenswert war ferner der Vortrag von M. S. Monroe: „Die Anwendung von Dampf hohem Druck und hoher Temperatur in Kraftken". Er zeigt an einem geschichtlichen Überk über die Entwicklung der Dampferzeugung James Watt, wie Druck und Temperatur bis Einführung der Dampfturbine ganz langsam gestiegen sind und wie dann eine schnelle Steigerung eingesetzt hat, der heute die Eigenschaften der Baustoffe bei 400 bis höchstens 425 °C eine Grenze setzen. Bei Zwischendampfentnahme zur Vorwärmung des Speisewassers kann man den günstigsten Wirkungsgrad erzielen, wenn man gleichzeitig Vorwärmer für Wasser und für Luft, und zwar Speisewassertemperaturen von 105 bis 121 °C, anwendet. Nach diesen Gesichtspunkten werden gegenwärtig in den Vereinigten Staaten vier Kraftwerke für Dampf von 38,5 at und 400 °C am Eintritt in die Turbine und für Zwischenüberhitzung bei 7,48 at auf 371 °C gebaut. Das größte davon, das Crawford Avenue-Kraftwerk der Commonwealth Edison Co. in Chicago, erhält zwei Turbinengruppen von je 50 000 kW und eine Turbinengruppe von 60 000 kW. Den Dampf für jede Gruppe liefern vier Sektionalkessel von je 1543 m² Heizfläche, Abb. 1, und ein Kessel von 558 m² Heizfläche mit Zwischenüberhitzer von 1300 m² Heizfläche, Abb. 2. Über 42 at hinaus wächst der thermodynamische Wirkungsgrad nur langsam; zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit ist es daher zweckmäßiger, der Ausnutzung der Kohle mehr Aufmerksamkeit zu schenken und Kohlenstaub zu verwenden sowie die Kohle vor ihrer Verbrennung zu entgasen.

Junkersfeld und Orrok berichteten über die Kesselanlagen in den Vereinigten Staaten an der Hand genauer Angaben über die Heizflächen, Rostbauarten, Kohlensorten, Kosten, Abschreibungen usw. von 22 Kraftwerken mit Einzelleistungen bis zu 360 000 kW. Zwei Anlagen von 40 at werden noch in diesem Jahr in Betrieb kommen, drei mit 85 at werden 1925 den Dienst aufnehmen.

Neueste Erfahrungen der Babcock- & Wilcox-Werke teilte Dr. S. Jacobus mit. Danach haben diese Werke bis jetzt

2" Rohre
3 1/4" Rohre
Feuerraumbreite 7747 mm
Vorwärmer 1027 m² 2" Rohre
Unterwindkettenrost 6252 × 7320
RZ67021
0 1 2 3 4 5m

Abb. 1. Einheitskessel für das Crawford Avenue-Kraftwerk.

Kessel mit insgesamt 256 000 m² Heizfläche für mehr als 22 at und davon 40 000 m² mit mehr als 42 at gebaut. Der höchste bisher erreichte Druck der Kessel beträgt 80 at. Die bisher übliche Dampfbelastung auf 1 m² Heizfläche ist mit der Steigerung des Drucks von 22 im Mittel auf 36 bis 45 kg/m² h erhöht worden. Die Anzahl der Züge hat man möglichst gering gewählt, um Zugverluste durch Umkehr der Gase zu vermeiden. Der Preis der Kessel wird dadurch allerdings etwas höher. Vorwärmer werden, soweit es sich nicht um Kessel für Spitzenleistungen handelt, die möglichst einfach sein sollen, stets eingebaut, aber nicht mit Ausschaltklappen versehen, damit Verluste vermieden werden.

Bei höheren Drücken kommt der schmiedeiserne Vorwärmer mit eingewalzten 2"-Rohren und höherer Wassergeschwindigkeit als bisher wieder mehr in Aufnahme. Um Anfressung zu vermeiden, stellt man bei größeren Anlagen Entlüfter für das Speisewasser auf; bei kleineren Anlagen nimmt man die Anfressungen hauptsächlich der unteren 6 bis 8 Rohrreihen des Vorwärmers bei weniger gründlicher Entlüftung des Speisewassers in den Kauf.

Statt der Platten-Luftvorwärmer baut man neuerdings billigere Röhrenluftvorwärmer, die leichter auszubessern sind. Man steigert damit die Leistung des Kessels um 10 bis 15 vH da sich in der vorgewärmten Luft eine entsprechend größe Brennstoffmenge verfeuern läßt. Besonders wichtig sind fe ner große Feuerräume, worin die Gase vollständig verbrenne bevor sie die Wasserrohre erreichen. Für Unterwind-Kette roste soll der Feuerraum 0,1135 und für Kohlenstaubfeuerunge 0,2 m³ auf 1 m² Kesselheizfläche haben. Bei kleineren Anlage werden die Feuerräume im Verhältnis zur Kesselheizfläche noc bedeutend größer bemessen. Die hohen Verbrennungstemper turen bedingen, daß man Mauerwerk mit Luft kühlen muß, w bei Unterdrücke in den Kühlkanälen vermieden werden müsse da sich feuerfeste Stoffe, obgleich ihr Fließpunkt bei 1360 ° liegt, schon bei 850 °C und 1,3 kg/cm² Belastung plastisch ve ändern. Wände und Gewölbe sollen daher auch nur auf eine Seite dem Feuer ausgesetzt sein und werden ganz aus feue festen Steinen, also ohne äußeres Ziegelmauerwerk hergestell Man legt auch vielfach Wasserrohre in den Feuerraum oder in da Mauerwerk auf der Feuerseite. Sie stehen mit dem Dampf- un dem Wasserraum des Kessels in Verbindung und sind, wenn da Speisewasser ganz rein ist, von Vorteil, solange die Kühlun die Verbrennung nicht zu stark beeinträchtigt. Die Größe der stra lenden Heizfläche hat nur geringen Einfluß auf den Wirkungsgra

Wichtige Angaben werden über die bi herigen Betriebserfahrungen gemacht. Di Hochdruckkessel verlangen sorgfältigere B handlung im Betrieb und deshalb vo Ingenieur bis zum Heizer eine bessere Vo bildung, als bisher in Dampfkesselanlagen üb lich war. Selbsttätige Regelung der Luft, de

Abb. 2. Crawford Avenue-Kraftwerk. Hochdruckkessel mit Zwischenüberhitzer.

Abb. 3. Babcock & Wilcox-Kessel für 85 at mit Unterwindrost, Überhitzer, Zwischenüberhitzer, Vorwärmer und Flugaschenabscheider.

Zuges und der Brennstoffzufuhr sind unerläßlich. Schwierigkeiten ergeben sich bei den höheren Leistungen durch Ansatz von Schlacke an den Rohren, wodurch teilweise die Durchgänge für die Gase ganz geschlossen werden. In den unteren Reihen werden daher die wagerechten und senkrechten Abstände der Rohre größer gewählt, und die Rohre in den beiden untersten Reihen nicht gegeneinander versetzt. Um bei Wanderrosten das Anhaften von Schlacke an den Seitenwänden zu vermeiden, bringt man seitliche Maueröffnungen für Luftzufuhr oder wassergekühlte Seitenwangen an. Endlich scheint auch die Verwendung und Bereitung von reinem Speisewasser noch nicht zur vollen Zufriedenheit gelöst.

Die Babcock- & Wilcox-Gesellschaft hat seit etwa acht Jahren Versuche über beschleunigten Wasserumlauf bei Hochdruckkesseln angestellt. Von ausgeführten neuzeitlichen Kesselanlagen sei noch der mit 77 at Betriebsdruck arbeitende Sektionalkessel im Weymouth-Kraftwerk der Edison Electric Illuminating Co. in Boston, Abb. 3, mit 1570 m² Kessel- und 1110 m² Vorwärmerheizfläche bei 64 500 kg/h, also 41 kg/m²h Dampferzeugung erwähnt, der zwischen Kessel und Vorwärmer mit einem Flugaschenabscheider versehen ist. Weitere Ausführungen sind ein Sektionalkessel von 1970 m² Heizfläche bei 25 at und 44 kg/m²h, ein annähernd gleich großer Kessel für Ölfeuerung mit einem Luftvorwärmer von 1160 m² Heizfläche und endlich ein Sektionalkessel für Kohlenstaubfeuerung mit 1532 m² eigentlicher Kesselheizfläche und 50 m² Heizfläche, die durch ein Wassersieb über dem Boden der Feuerung gewonnen werden. Dieses Wassersieb soll Asche und Schlacke so weit abkühlen, daß sie nicht mehr zusammenbackt: die spezifische Dampfleistung dieses Kessels beträgt 54 kg/m²h.

Kohlenstaubfeuerung hat auch ein Stirling-Kessel von 27 at Betriebsdruck mit rd. 3000 m² Kesselheizfläche und 2 Vorwärmern von je 950 m² Heizfläche bei 46 kg/m²h Dampfleistung. Ein weiterer Stirling-Doppelkessel für Kohlenstaubfeuerung, Abb. 4, hat mit den in den Wasserumlauf eingeschalteten Siebrohren 3060 m² Heizfläche bei 41 kg/m²h Dampferzeugung. Der Stirling-Kessel von 1422 m² mit Unterwindrost, Wasservorwärmer von 525 m² und Luftvorwärmer von 2207 m² Heizfläche bei 47 kg/m²h Dampfleistung, Abb. 5, soll jetzt versuchsweise ganz ohne Rauchgasvorwärmer, aber mit Luftvorwärmer von 5028 m² Heizfläche ausgeführt werden.

Die Bauart der Kessel in Kraftwerken vor 20 Jahren und heute kennzeichnen folgende Angaben:

		vor 20 Jahren	heute
Heizfläche im Mittel	m²	232	1115
„ größter Einzelkessel	„	556	2694
„ größte Einheit[1]	„	556	2841
Betriebsdruck	at	15,8 bis 24,6	45,7 bis 84.3
Endtemperatur des überhitzten Dampfes	°C	288	371 bis 400
Größte Dampfleistung	kg/m²	24,3	39 bis 73
„ „ eines Kessels	„	13 600	136 000
Feuerrauminhalt für je 10 m² Heizfläche	m³	0,5 bis 1,0	2 bis 8
Größter Inhalt des Kesselmauerwerks	„	216,6	2550
Größte Höhe von Unterkante Kesselhausflur bis Mitte Dampf- und Wassertrommel	m	1.76	5.11
Größte für 1 kW eingebaute Kesselheizfläche	m²	0,65	0,14

Auch Sir James Kemnal sieht die Zukunft der Krafterzeugung in der Ausnutzung sehr hoher Drücke und sehr hoher Überhitzung in der Dampfturbine, die wegen des verhältnismäßig geringen Raumbedarfes und der billigen Bauart der in der Drehzahl begrenzten Dieselmaschine überlegen bleiben wird. Daß nur der Wasserrohrkessel den Dampf für solche Anlagen erzeugen kann, dürfte man kaum bestreiten.

Daß der Bau von Dampfkesseln für hohe Drücke volle Kenntnis der Wissenschaft und große Sorgfalt in Baustoff und Werkstattarbeit erfordert, hat man wohl zuerst in Deutschland erkannt. Wenn man in England keine Bedenken trägt, bis zu 50 at mehrere kleinere genietete Kesseltrommeln zu verwenden so kann nur die Erfahrung lehren, ob nicht schon bei 35 bis 50 at die geschweißte oder geschmiedete Trommel größere Sicherheit bietet. Die Verwendung der sogenannten „harten" Bleche, die man im deutschen Landkesselbau bisher vermieden

[1] Unter Einheit versteht man zwei Kessel über einer gemeinsamen Feuerung.

Abb. 4. Stirling-Doppelkessel mit Überhitzer und Kohlenstaubfeuerung.

hat, spielt bei der Entscheidung dieser Frage sicherlich auch eine Rolle.

Unbedingte Voraussetzung für den Hochdruckbetrieb ist vollständiges Entlüften und Reinigen des Speisewassers. Abb. 6 und 7 zeigen Bauart und Anordnung eines einfachen Entlüfters für Speisewasser. Weiter fordert man zweckmäßige Gestaltung der Gesamtanlage in allen Teilen: Bekohlung, Entaschung usw., wobei möglichst Handarbeit vermieden werden soll. Der Wirkungsgrad der Dampfkesselanlage kann dann auf nahezu 90 vH gebracht werden.

In den Beiträgen, die aus Schweden geliefert werden, spielt neben der Brennstoffrage die Verbindung von Wasser- und Dampfkraft eine wichtige Rolle. H. Lundberg, Stockholm, berichtete über die Fortschritte im Bau von beweglichen und ortfesten Dampfkesseln. Von der Gesamtleistung der Kraftwerke in Schweden von 1 784 000 PS werden nur 478 000 PS, also noch nicht ganz ⅓ der Gesamtleistung, durch Dampfkraft erzeugt. Die Kleindampfanlagen verschwinden im allgemeinen immer mehr und werden durch Wasserkraftanlagen ersetzt. Nur die Sägemühlen behalten ihre Dampfkraftwerke, weil sie die Holzabfälle verfeuern können, und werden nur bei Verbindung mit Zellulose- oder andern Fabriken an Wasserkraftwerke angeschlossen. Industrien mit Heizdampfbedarf verbessern ihre Betriebe durch Aufstellung von Gegendruckmaschinen oder -turbinen, beziehen aber auch daneben Strom von Wasserkraftwerken. Schnell entwickeln sich die Hilfsdampfwerke, die bei niedrigem Wasserstand die Spitzenleistungen der Wasserkraftwerke aufnehmen.

Alles in allem hat man die Wärmewirtschaft in Schweden in den beiden letzten Jahrzehnten ganz erheblich verbessert. 1922 waren in schwedischen Kraftwerken Dampfkessel für etwa 205 000 PS vorhanden. Der Belastungsfaktor dieser Anlagen ist zwar im allgemeinen niedrig, dennoch sind sie mit neuzeitlichen Dampfkesseln und Maschinen ausgerüstet.

Blomquist[1]), der Erfinder des Atmos-Kessels, zeigte an einem Diagramm, wie der Kesselwirkungsgrad durch Anwendung hoher Drücke bis zu 100 at steigt. Erhöht man den Dampfdruck von 20 at auf 100 at, wobei sich der Wärmeinhalt des Dampfes von 750 kcal/kg nicht ändert, und nutzt man den Dampf bis zu 0,04 at abs, so steigt der Wirkungsgrad um etwa 20 vH. Um so größer ist außerdem der Nutzen des Hochdruckdampfes, je höher der Gegendruck ist. Der Verbrauch an Kohlen von 7000 kcal/kg Heizwert beträgt bei einem Kesselwirkungsgrad von 82 vH 0,116 kg/PSh. Für den guten Gesamtwirkungsgrad einer Hochdruckanlage ist die Höchstdruck-Zusatzturbine erforderlich. Die Überhitzung hat mit Rücksicht auf die Haltbarkeit der Überhitzerrohre ihre Grenze bei 475 °C, obgleich durch das Rohr mehr Wärme auf den Dampf übergeht und daher bei gleichen Dampftemperaturen die Rohrwandtemperatur bei höherem Druck niedriger als bei tieferem Druck ist. Man kann also höhere Temperatur zulassen als sonst, und die Überhitzerrohre des Atmos-Kessels sollen Dampftemperaturen von 475 ° ohne Anstand ausgehalten haben. Durch Anzapfen der Höchstdruckturbine zur Erwärmung des Speisewassers verbessert man den thermodynamischen Wirkungsgrad bis zu 30 vH und erreicht so den Gütegrad der Verbrennungsmaschine.

Für den Bau von Hochdruckkesseln gelten folgende Forderungen:

1. Die Heizfläche muß wirksam durch das Wasser gekühlt werden. Deshalb müssen die an der Wandung gebildeten Dampfblasen so schnell wie möglich entfernt und durch Wasser ersetzt werden.
2. Alle dem Feuer ausgesetzten Rohre müssen sich frei ausdehnen können, um gefährliche Spannungen infolge von Temperaturveränderungen zu vermeiden. Die Erfüllung dieser Bedingungen bei der Konstruktion des Atmos-Kessels, die als bekannt vorausgesetzt werden kann, wird hervorgehoben.

Eine andre Bauart hat O. A. Wiberg in seinem Vortrage „Hochdruck-Wasserrohrkessel" beschrieben. Die besondre Anordnung des Sektionalkessels, Abb. 8, soll einen freieren Wasserumlauf bei großer Elastizität und hohem Wirkungsgrad des Kessels gewährleisten. Ein solcher Kessel von 154 m² Heizfläche, 40 at Betriebsdruck und 400 °C Überhitzertemperatur ist seit etwa vier Jahren auf den Werken von Stal in Finspong in Betrieb. Der

[1]) Vergl. auch Z. Bd. 68 (1924 S. 1016.

Abb. 6. Luftabscheider.

Überhitzer hat 70, der Wasservorwärmer 89 m² Heizfläche. Spei wasser- und Luftvorwärmer sind oberhalb des Kessels angeo net. Bei einer stündlichen Dampferzeugung von 35,5 kg/m² wurd 87,5 und bei 58,2 kg/m² wurden 86,8 vH Wirkungsgrad erzielt.

Brennstoffwirtschaft.

Wie dem Vortrag von Sir Robert Hadfield zu entnehm ist, wurde nach dem Krieg auch in England ein Ausschuß f sparsame Verbrennung und Kohlenforschung begründet. E technischer Unterausschuß hat zunächst die Vorbedingungen f solche Forschungen bearbeitet. Da die physikalischen und ch mischen Vorgänge der Verbrennung bei hohen Temperatur wesentlich von denen bei üblichen Temperaturen abweichen, mu man zunächst die Höhe dieser Temperaturen genau messen, richtige Vergleichsgrundlagen zu schaffen. Dabei stellte s heraus, daß die bisher benutzten Meßgeräte, inbesondre die Py meter, nicht immer die wirkliche Temperatur anzeigen. Zie lich zuverlässig in dem möglichen Bereich sind die Therm elemente. Eine Temperaturfarbenkarte soll diese Messung durch das Auge des Beobachters unterstützen.

Abb. 5. Stirlingkessel mit Unterwindtreppenrost, Überhitzer, Speisewasser- und Luftvorwärmer.

Abb. 7. Einfache Entl anlage für Speisewasse

Der beste Gesamtwirkungsgrad ist nicht gleichbedeutend mit dem besten thermischen Wirkungsgrad. Am wichtigsten ist die sorgfältige Überwachung des Feuerungsbetriebes. Dabei soll man auf die Flammen- und Gastemperaturen sowie auf den Weg des Gasstromes, überhaupt auf alles achten, was irgendwie von Einfluß auf den Wirkungsgrad der Feuerung sein kann.

Sehr widerstandsfähig bis zu rd. 1000 °C als Baustoff für Teile von Feuerungen ist das sogenannte A. T. V.-Eisen, das nicht blättert und, ähnlich den Nickelchromverbindungen, von schwefelhaltigen Brennstoffen nicht angegriffen wird. Wegen seiner Wärmebeständigkeit wird es im Feuerungsbau erfolgreich verwandt.

Aus dem Vortrag von Rhode über vollständige und unvollständige Verbrennung war zu entnehmen, daß man bei der Prüfung von Feuerungsanlagen nicht die Güte der Verbrennung lediglich nach dem Gehalt der Abgase an CO_2 beurteilen kann. Um festzustellen, ob die gesamte Verbrennung zufriedenstellend verläuft, muß man auch den CO-Gehalt der Abgase kennen. Der Punkt, wo die Verluste der Feuerung am geringsten sind, ist der sogenannte kritische Punkt der Verbrennung. Diesen kann man aber nur dann ungefähr erreichen, wenn man nicht nur den CO_2-, sondern auch den CO-Gehalt gemessen hat.

Der Bericht von Hirschfeld über Brennstoff-Aufbereitung und -Verbrennung ist ein kurzer Überblick über die in den Vereinigten Staaten für Dampfkesselfeuerungen zumeist verwandten Brennstoffe, die Lagerstätten für Steinkohle und Braunkohle, über die Eigenschaften der Kohlensorten, die dafür geeigneten Feuerungen und deren Betrieb, über mittlere und Höchstwerte der Feuerraumhöhe und die stündliche Wärmeerzeugung in 1 m^3 Feuerraum, ferner über Aufbereitung, Speicherung und Verfeuerung von Kohlenstaub.

Die Tieftemperaturdestillation hat in den Vereinigten Staaten noch keinen wirtschaftlichen Erfolg gezeitigt. Der Reichtum Amerikas an Brennölen, wie Petroleum, Teeröl usw., bedingt, daß auch Ölfeuerungen für Dampfkessel häufig sind. Dabei kommen alle drei Arten der Ölverbrennung vor (Zerstäubung des Öls durch Luft, Dampf oder auf mechanischem Wege). Vergleiche zwischen den Ergebnissen der verschiedenen Zerstäuberarten waren nicht möglich, da jede Feuerung unter anderen Bedingungen arbeitete.

Abb. 8. Sektionalkessel für 40 at und 400 °C.

Reine Gasfeuerungen bei Dampfkesseln sind in Amerika auf Orte beschränkt, wo Naturgas oder Hochofengas zur Verfügung stehen. Naturgasvorkommen werden in 23 Staaten ausgenutzt. Ist die Feuerung weiter vom Fundort entfernt, so wird das Naturgas in Hochdruckbehältern versandt. Nicht selten wendet man auch gemischte Feuerungen (Öl und Gas, Öl und Kohle oder Gas und Kohle) an. Die Überwachung der Verbrennungsvorgänge haben die amerikanischen Ingenieure in den letzten 20 Jahren sehr gefördert. Die Meßgeräte, besonders die selbstschreibenden, sind bedeutend verbessert worden.

A. F. Enström berichtete über Aufbereitung von Brennstoffen in Schweden, wo jährlich in Dampfanlagen rd. 11 Mill. t Brennstoffe verbraucht werden. Die Hälfte davon wurde als Kohle vor dem Krieg eingeführt, der Rest durch inländische Brennstoffe, Holz, Torf und Kohle, gedeckt. Der Krieg hat gezwungen, die einheimischen Brennstoffe stärker auszunutzen, wodurch sich die Einfuhr von Kohle auf 2,5 Mill. t jährlich verringert hat. Die einheimischen Kohlen eignen sich nicht zum Verkoken. Die besseren Sorten werden für Lokomotiven verbraucht. Der Gaskoks aus eingeführten Kohlen wird zumeist in Häusern verfeuert. Da nur eine Fabrik im Lande Industriekoks erzeugt, müssen noch ungefähr 500 000 t Koks jährlich eingeführt werden.

Neuerdings wird das Holz nicht mehr in offenen Meilern in Holzkohle umgewandelt, sondern in besonderen Öfen, Schachtöfen, Schlangenrohröfen und Aminoff-Kanalöfen, wobei man die Nebenprodukte, wie Teer, Methylalkohol, Terpentin, Holzessig usw., gewinnen kann. Die Destillation von bituminösem Schiefer wendet man mit Erfolg nur bei der Herstellung von künstlichem Selterswasser an. Torf kommt überall im Lande vor. Meist wird er vor dem Verbrauch nur an der Luft getrocknet; neuerdings benutzt man aber auch Maschinen; von diesen Verfahren hat sich die Herstellung von Torfstaub als das wirtschaftlichste erwiesen.

Mineralöl kommt in Schweden nicht vor. Die meisten Brennöle werden eingeführt. Während des Krieges haben die Zellulosefabriken bei der Gewinnung von Schwefelsäure ungefähr 20 Mill. l Alkohol 95 vH Reingehalt jährlich hergestellt, der nach Denaturieren einen guten Motorbrennstoff ergab.

Die Hochofengase werden meistens zu Heizzwecken, aber auch in Gichtgasmotoren zur Krafterzeugung verwertet. Die Gaswerke erzeugen 90 Mill. m^3 jährlich. Außerdem werden in Schweden noch 30 000 t Kalziumkarbid jährlich hergestellt.

E. W. Nicol wies auf die Gefahren hin, die besonders im Kriegsfall entstehen können, wenn die Einfuhr der flüssigen Brennstoffe gesperrt wird. Aus der bituminösen englischen Kohle sind Benzolderivate leicht zu gewinnen. Koks sind nicht nur für den Hausbrand, sondern auch für Industriefeuerungen ein wichtiger Brennstoff. Dazu müssen die Roste der Hausöfen sowie diejenigen der Industrieöfen abgeändert werden, damit man Koks wirtschaftlich verfeuern kann.

Beim Sandwich-Verfahren werden Kohlen und Koks aus getrennten Fülltrichtern so auf den Rost geschüttet, daß die Kohlen über den Koks auf dem Rost liegt und die Entzündung der Koks erleichtern. Das Gemisch verbrennt fast rauchlos bei geringem Luftüberschuß. Aus Vergleichszahlen von Versuchen mit Handbeschickungs- und selbsttätigen Rosten bei reiner Kohle und bei Mischung von Koks und Kohle geht hervor, daß man so die Dampferzeugung wesentlich verbilligen kann.

Auch L. C. Harvey weist auf den nationalen Standpunkt bei seinem Bericht über die Kohlenstaubfeuerung hin. Die großen Erfolge der Kohlenstaubfeuerung haben weite Kreise auf die Notwendigkeit der Brennstoffersparnis und der Verminderung der Erzeugungskosten aufmerksam gemacht. Durch die Destillation der Kohle werden alle brennbaren Bestandteile für die Verbrennung gesichert. Jedes Land sollte versuchen, ohne Einfuhr von fremder Kohle durch äußerste Sparsamkeit bei der Umwandlung der Kohle in Wärme auszukommen. Zurzeit werden noch 10 bis 90 vH der Kohle vergeudet. Offene Feuer machen nur rd. 5 vH für die Raumerwärmung nutzbar, in elektrischen Kraftwerken sind meist nicht mehr als 20 vH der Kohlenenergie an der Welle verfügbar. Bei weiterer Umwandlung der Energie kann man nur mit einer Ausnutzung von 5 bis 8 vH rechnen. Bei besserer Energieausnutzung könnte man jährlich 300 Mill. Goldmark sparen.

Dazu kommen noch die Gewinne bei der Destillation der Kohle. Der Wert der gereinigten Nebenprodukte beträgt nach Abzug aller Unkosten rd. 20 Goldmark für 1 t Kohle, so daß allein in England 2 Milliarden Goldmark jährlich vergeudet werden, weil die Kohlendestillation nicht durchgeführt wird. Die Ersparnis so hoher Summen könnte die Lebenshaltungskosten herabsetzen. Außerdem wären noch viele Millionen Tonnen minderwertiger Kohle, die man zu Kohlenstaub verarbeiten kann, neu

in die Energiewirtschaft einzusetzen. Die Vorteile der selbsttätigen Roste gegenüber der Handbeschickung sind klar; man darf aber nicht vergessen, daß auf die Erhaltungskosten der mechanischen Roste fast 60 vH der gesamten Kesselhauserhaltung entfallen. Im Gegensatz zu den verschiedenen Kohlensorten beträgt der Luftüberschuß bei der Kohlenstaubfeuerung bei jeder Belastung 20 vH, so daß ein Höchstmaß an Wärmeübergang und ein Mindestmaß an Verbrennungsgasen erzielt wird. Unkostenvergleiche beweisen die Ersparnisse durch die Kohlenstaubfeuerung. So hat man angeblich in den Vereinigten Staaten den Kohlenverbrauch bei der Gewinnung von Puddeleisen von 1360 auf 635 kg/t herabgesetzt.

O. Nordström, Sundsvall, Schweden, sprach über Sägemühlenabfälle als Brennstoff. In Schweden sind jährlich 118 Mill. m³ Abfallholz an Sägemühlen verfügbar, deren Wassergehalt zwischen 30 und 60, ja 65 vH im Herbst, schwankt. Infolgedessen muß man das Holz gut trocknen, wenn man es wirtschaftlich verbrennen oder auf weitere Strecken verschicken oder auch nur für den Winterbedarf stapeln will. Nach vielen Versuchen, die Trocknung des Holzes wirtschaftlich zu gestalten, hat man die Frage durch Anwendung von Trockentürmen gelöst, worin das Holz durch Abgase, z. B. von Kesselfeuerungen, bestrichen wird. Zwei Anlagen dieser Art sind schon im Betrieb, die dritte wird gebaut.

Abb. 9. Schwedischer Trockenturm für Holz.

Eine solche Anlage für drei Wasserrohrkessel von je 300 m² ist in Abb. 9 dargestellt; das Holz wird durch ein Becherwerk von oben in den Trockenturm von rd. 70 m³ Fassungsvermögen geleitet, der im Innern zwei konzentrische Türme aus Blech mit schrägen Platten zum Festhalten des Holzes enthält. Durch Öffnungen in den beiden inneren Türmen zieht der Wasserdampf ab, der aus dem Schornstein entweicht. Die Art der Beschickung bedingt, daß die schweren Stücke in der Mitte bleiben und die Späne usw. mehr nach außen gelangen. Dadurch kommen die heißesten Gase mit den größten Stücken in Berührung, während die Sägespäne langsamer und von weniger heißen Gasen bestrichen werden. Wichtig ist, daß der Trockenturm stets ganz mit Holz gefüllt wird. Nach dem Trocknen wird der Brennstoff durch den drehbaren kegelförmigen Boden ausgeworfen und zum Kesselhaus befördert. Die Trockengase werden mittels eines Ventilators in den innersten Turm gedrückt und entweichen mit dem Wasserdampf durch den Schornstein. Die Temperatur wird selbsttätig durch Arca-Regler eingestellt.

W. M. Selvey behandelte, gewissermaßen im Anschluß an Harvey, die technischen Grundlagen der Kohlenstaubfeuerung in weitestem Sinne. Nicht nur in großen, sondern auch in kleineren Kraftwerken trifft man bereits die neue Feuerun an. Die Verfahren zum Verarbeiten der Kohle zu Staub sin sehr mannigfaltig. Man kann auf Vorrat oder unmittelbar in di Feuerung arbeiten, wobei man die Kohle nicht immer zu trockne braucht wie beim Mahlen auf Vorrat. Zum Verteilen des Kohlen staubes im Feuerraum dienen ein einziger Hauptbrenner ode mehrere kleinere Brenner. Dabei ist die Korngröße meist gleich mäßig, selten verschieden.

Die Wahl der Mühlenart, unter denen man langsam, mittel schnell oder sehr schnell laufende unterscheidet, wird durch de Gehalt der Kohlensorten an flüchtigen Bestandteilen bestimmt Auch für die Zuführung des Kohlenstaubes mittels der Brenne in den Feuerraum, worin vollständige Verbrennung stattfinde soll, hat man verschiedene Verfahren. Man benutzt hierfür z. B Förderschnecken oder auch umlaufende Platten, die mit Tasche versehen sind. Die vor dem Brennermaul eintretende Primär luft kann lediglich Beförderungsmittel sein oder auch zur Ver brennung dienen.

Die Kühlung des Mauerwerks ist bei Kohlenstaubfeuerunge viel wichtiger als bei Rostfeuerungen. Man benutzt hierfü Kühlkanäle im Mauerwerk oder in die Feuerraumwände einge baute Wasserrohre, die gleichzeitig die Kesselheizfläche ver größern. Weiterhin legt man auch Wasserrohre (Rohrsiebe dicht über den Boden des Feuerraumes, um eine feste Schlack zu erzielen. Ist die Flammentemperatur zu hoch, so können sic Schlackennester an den untern Rohrreihen der eigentliche Kessel bilden und den heißen Gasen den rechten Weg versperre

Auch Junkersfeld und Orrok machten genaue An gaben über den Inhalt des Feuerraumes bei den verschiedene Feuerungen, bezogen auf 1 m² Heizfläche: für Rostfeuerun 0,0521 bis 0,118 m³, für Kohlenstaubfeuerung 0,118 bis 0,171 m für Ölfeuerung 0,079 bis 0,132 m³. Selbsttätige und Staubfeue rungen kosten ungefähr gleichviel.

Prof. Makarieff, Petersburg, berichtete über ein Schachtfeuerung mit Kettenrost für Torf. Als Grundlage fü diese bereits in mehreren großen Anlagen im Betrieb befind lichen Torffeuerungen dient der Wanderrost. Die erste Feue rung unter einem Steilrohrkessel von 420 m² Heizfläche hat 192 bereits 12 Monate gut gearbeitet. Dabei wurde festgestellt, da die richtige Bemessung des Luftzutritts, der Schachtquerschnitt und des Hauptfeuerraumes für die Leistungsfähigkeit der Feue rung sehr wichtig ist. Mit Torf von 30 vH Feuchtigkeit wurde bis zu 50 kg/m²h verdampft. Der Wirkungsgrad beträgt, trotz dem die Dampfleistung etwa dreimal so hoch wie bei ander Torffeuerungen ist, rd. 75 vH und fällt auch nicht, wenn di Kesselleistung steigt. Neuerdings ist es sogar gelungen, Tor mit 60 vH Wassergehalt zu verfeuern. Die Feuerung wird vo Walther & Cie., A.-G., Köln-Dellbrück, gebaut.

Dampfspeicher.

Das Problem des Speichers in der Dampfwirtschaft streift Treitel in seinem Vortrag über Abdampfverwertung i Deutschland¹). Ebenso wie der Kaufmann muß auch die Dampf wirtschaft der Industrie Angebot und Nachfrage regeln. Zu Erzielung des Ausgleichs eignet sich der Ruthsspeicher, den ma schon vielfach in bestehende und neue Anlagen eingebaut hat Die Speicherfähigkeit von Dampfspeichern, die mit dem Wasse raum des Kessels in Verbindung stehen, beschränkt sich au kleine wechselnde Schwankungen. Der Ruthsspeicher ist die letzt Stufe in der Entwicklung der Abdampfverwertung, die sic kurz gefaßt, in fortgesetzter Verbesserung des Wirkungsgrade der Maschinen und Anlagen (beim Ineinandergreifen von Dampf und Wärmewirtschaft), in Beschleunigung des Erzeugungsvor ganges durch Vermeiden von Verzögerung und durch Auffinde der besten Bedingungen für die Erzeugung von Heiz- und Ma schinendampf äußert.

Dr. Ruths sagte, man habe früher bei der Dampfspeiche rung Kessel benutzt, die einen erheblich höheren Druck als di übrige Anlage, aushalten mußten. Man versuche noch heut den Speicherdruck möglichst gleichförmig zu erhalten, was au bekannten Gründen nicht möglich sei. Es war einer der Höhe punkte in der Aussprache über diese Vorträge, als Dr. Ruth seine Ansicht über den Gesamtwirkungsgrad einer Anlage dar legte. Noch vor zwei Jahren habe ihm Dr. Klingenber auf der Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieur widersprochen. Heute sei er mit ihm einer Meinung. In zw weiteren Jahren werde ihm auch die Weltkraftkonferenz Rech geben, die man wohl richtiger Weltkraftkonferenz nennen sollte denn in jeder Wirtschaft sei das Haushalten mit allen Stoffe das, worauf es ankomme. [B 670]

¹) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 896.

Zur Theorie der Luftschrauben.

Von Th. Bienen und Th. v. Kármán, Aachen.

(Schluß von S. 1242.)

Ermittlung der Blattbreite.

Wir sehen zunächst noch von der Anzahl der Schraubenblätter ab und wollen das Produkt $c_a t$ berechnen, wo c_a den Auftriebbeiwert eines Elementes und t die Gesamtblattbreite der auf dem betreffenden Halbmesser arbeitenden Elemente sämtlicher Schraubenblätter bedeutet. Ebenfalls wollen wir zunächst vom Profilwiderstand absehen.

Unter dieser Bedingung ist, wie man aus Abb. 13 sieht,

$$\mathrm{d}\,S = \mathrm{d}\,A \cos\beta' \quad \ldots \ldots \ldots \quad (29).$$

Es ist nach Gl. (20)

$$\mathrm{d}\,S = \frac{\gamma}{g}\, 2\, r\, \pi \left(w + \frac{w'}{2}\right) w'\, \mathrm{d}\, r$$

und unter Berücksichtigung von Gl. (26)

$$\mathrm{d}\,S = \gamma\, 2\, r\, \pi\, \mathrm{d}\, r \frac{w^2}{2\,g} \frac{1-\eta_i}{\eta_a \eta_i} \frac{4}{1+\lambda_r'^2} = \gamma\, 2\, r\, \pi\, \mathrm{d}\, r \frac{w^2}{2\,g} \frac{4}{\eta_a} \frac{1-\eta_i}{\eta_i} \cos^2\beta' .$$

Weiterhin ist offenbar

$$\mathrm{d}\,A = c_a\, t \frac{v_s^2}{2\,g}\, \mathrm{d}\, r .$$

Setzen wir dies in Gl. (29) ein, so ergibt sich

$$\frac{c_a\, t}{2\,\pi\, r} = \frac{w^2}{r_s^2} \frac{4}{\eta_a} \frac{1-\eta_i}{\eta_i} \cos\beta' \quad \ldots \ldots \ldots \quad (30).$$

Nun ist nach Abb. 13

$$\frac{w}{r_s} = \frac{\sin\beta}{\cos(\beta'-\beta)} ,$$

so daß man erhält:

$$\frac{c_a\, t}{2\,\pi\, r} = \frac{4}{\eta_a} \frac{1-\eta_i}{\eta_i} \frac{\sin^2\beta \cos\beta'}{\cos^2(\beta'-\beta)} \quad \ldots \ldots \quad (31).$$

Mit Hilfe dieser Gleichung könnte man die Gesamtblattbreite nach Wahl eines Profils und des besten Anstellwinkels berechnen.

Es ist vielleicht oft praktischer, η_i durch den Belastungsgrad σ zu ersetzen. Nach (27) ist

$$\sigma = \frac{4}{\eta_a} \frac{1-\eta_i}{\eta_i} \left(1 - \lambda'^2 \ln \frac{1+\lambda'^2}{\lambda'^2}\right) ,$$

so daß wir schreiben können

$$\frac{c_a\, t}{2\,\pi\, r} = \sigma \frac{1}{1 - \lambda'^2 \ln \dfrac{1+\lambda'^2}{\lambda'^2}} \frac{\sin^2\beta \cos\beta'}{\cos^2(\beta'-\beta)} \quad . \quad (31a).$$

Es sind allerdings, um praktisch brauchbare Ergebnisse zu erhalten, an dem letzt gewonnenen Ergebnis zwei nicht unwichtige Verbesserungen anzubringen:

a) Einfluß der Flügelzahl. Wir haben bisher stillschweigend angenommen, daß die Verteilung der Geschwindigkeiten über ein Ringelement gleichmäßig ist. Dies ist naturgemäß nur bei dichter Flügelfolge richtig, bei vier-, insbesondere aber bei zweiflügeligen Schrauben ist der Fehler, den man durch diese Annahme begeht, bedeutend. Die genaue Ermittlung der Geschwindigkeitsverteilung ist schwierig; man müßte die Strömungen, die schraubenlinienförmige Wirbel erzeugen, genau berechnen. Prandtl hat eine angenäherte Berechnung dadurch ermöglicht, daß er die Ergebnisse der Tragflügeltheorie über die Geschwindigkeitsverteilung längs der tragenden Linien eines „Unendlichvieldeckers" auf den Fall der Schraube übertragen hat. Da der Fehler sich insbesondere in der Nähe der Flügelspitzen bemerkbar macht, ist die Ersetzung der äußeren Ringhülle durch einen Raum mit einer Folge von parallelen tragenden Linien (Schaufeln) nicht unberechtigt. Nach Prandtl darf man das Verhältnis zwischen dem Mittelwert der Axialgeschwindigkeit w', auf die es hauptsächlich ankommt, zu dem Höchstwert, der in unmittelbarer Nähe des Flügels herrscht, setzen:

$$\varkappa = \frac{w'_{\mathrm{mittel}}}{w'} = \frac{2}{\pi} \operatorname{arc\,cos} e^{-\frac{R-r}{2\,R} \frac{z}{\sin\beta'}} ,$$

wobei z die Flügelzahl und der Wert β' den induzierten Fortschrittswinkel an der Flügelspitze bezeichnen. Die Schubverteilung ist also so abzuändern, daß in jedem Ringelement der Schub im Verhältnis $\varkappa : 1$ vermindert wird, Abb. 14 bis 16.

Prandtl zeigte auch, daß demzufolge eine Luftschraube vom Durchmesser R mit z Flügeln gleichwertig ist einer Luftschraube mit unendlich dichter Flügelfolge, deren Halbmesser (wir wollen ihn reduzierten Halbmesser nennen) gleich ist

$$R_{\mathrm{red}} = R \left(1 - \frac{1{,}39 \sin\beta'}{z}\right) \quad \ldots \ldots \ldots \quad (32).$$

Wir können also folgendermaßen verfahren:

Wir berechnen den reduzierten Halbmesser und entsprechend den reduzierten Belastungsgrad

$$\sigma_{\mathrm{red}} = \frac{S}{\gamma\, \pi\, R^2_{\mathrm{red}} \dfrac{w^2}{2\,g}} .$$

Alsdann erhalten wir die richtige Flügelzahlkorrektur, indem wir in Gl. (31a) einerseits σ durch σ_{red} ersetzen, anderseits aber $\dfrac{c_a\, t}{2\,\pi\, r}$ mit dem Verminderungsfaktor $\varkappa$ vervielfachen.

Eine praktische Folge der Korrektur ist, daß die Schrauben eine „Spitze" erhalten, d. h. die Größe $c_a t$ am Flügelende bis null abnimmt.

b) Berücksichtigung des Profilwiderstandes. Mit Berücksichtigung des Profilwiderstandes muß es statt Gl. (29) heißen

$$\mathrm{d}\,S = \mathrm{d}\,A \cos\beta' - \mathrm{d}\,W \sin\beta' . \quad \ldots \ldots \quad (29a)$$

oder

$$\mathrm{d}\,S = \mathrm{d}\,A \cos\beta' (1 - \varepsilon \operatorname{tg}\beta') .$$

Wenn wir diese Korrektur noch hinzufügen, d. h. auch die Abnahme des Schubes infolge des Profilwiderstandes berücksichtigen, so erhalten wir schließlich:

$$\frac{c_a\, t}{2\,\pi\, r} = \frac{\sigma_{\mathrm{red}}}{1 - \lambda'^2 \ln \dfrac{1+\lambda'^2}{\lambda'^2}}\, \varkappa\, \frac{\sin^2\beta \cos\beta'}{\cos^2(\beta'-\beta)} \frac{1}{1 - \varepsilon \operatorname{tg}\beta'} \quad . \quad (31b).$$

Diese Gleichung kann nun endgültig zur Bemessung der Schraube verwendet werden.

Abb. 13. Berechnung der Blattbreite mit Vernachlässigung des Profilwiderstandes.

Abb. 14 und 15. Einfluß der Flügelzahl.

Abb. 16. Schubverminderungsbeiwert an dem Flügelende.

Es ist nicht ohne Interesse, den Wirkungsgrad dieser günstigsten Luftschraube[1]) mit Berücksichtigung des Profilwiderstandes zu berechnen. Man gelangt entsprechend der Gl. (18a) zu der Formel

$$\eta = \eta_i \frac{1 - 2\,\lambda'\,\varepsilon\,\varphi}{1 + \dfrac{2}{3}\dfrac{\varepsilon}{\lambda'}\,\psi} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (33),$$

worin die Faktoren φ und ψ folgende Werte haben:

$$\left.\begin{aligned} \varphi &= \frac{1 - \lambda'\left(\dfrac{\pi}{2} - \beta'\right)}{1 - \lambda'^2 \ln \dfrac{1 + \lambda'^2}{\lambda'^2}} \\ \psi &= \frac{1 - 3\,\lambda'^2 + 3\,\lambda'^3\left(\dfrac{\pi}{2} - \beta'\right)}{1 - \lambda'^2 \ln \dfrac{1 + \lambda'^2}{\lambda'^2}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 33a)$$

Wenn man φ und ψ als Funktion von λ' ermittelt, erhält man folgende Zahlentafel:

Zahlentafel 1.

λ'	φ	ψ
0,1	0,90	1,02
0,2	0,84	1,05
0,3	0,80	1,07
0,4	0,77	1,09
0,5	0,75	1,11
0,6	0,73	1,13
0,7	0,72	1,14
0,8	0,71	1,15
0,9	0,70	1,16
1,0	0,70	1,17
∞	0,666	1,20

Man sieht daher, daß die einfache Formel (18a) den gesamten Wirkungsgrad gut angenähert ergibt. Der Einfluß der verbesserten Schubverteilung äußert sich darin, daß sich die Lage des gleichwertigen Schraubenelementes (dessen Gütegrad gleich dem

[1]) Streng genommen entspricht die hier ermittelte und zur Bemessung der Schraube benutzte Schubverteilung nicht dem besten Gesamtwirkungsgrad, sondern dem besten „induzierten" Wirkungsgrad. Man kann auch die Verteilung, die dem besten Gesamtwirkungsgrad entspricht, unschwer ermitteln, indem man zu den Verlusten, die zum Minimum gemacht werden sollen, den Verlust infolge Profilwiderstandes hinzufügt. Für die Schubverteilung erhält man die Formel $\sigma = \dfrac{a - b\,r\,\omega\,\varepsilon}{1 + \left(\dfrac{w}{r\,\omega}\dfrac{1}{\eta_i}\right)^2}$, wobei a und b Konstanten sind. Die so ermittelte Verteilung unterscheidet sich von der früher ermittelten insbesondere darin, daß der Schub bei einem gewissen Halbmesser null wird. Dieser Halbmesser entspricht dem „günstigsten Durchmesser", den wir durch überschlägige Rechnung im Abschnitt 3 und 4 ermittelt haben. Der Wirkungsgrad ist nach dieser Verteilung über den Schraubenkreis nicht mehr konstant; die auffallende Einfachheit des Entwurfs, die unsre früheren Annahmen gewährleisten, geht infolgedessen verloren. Wir haben daher auf diese weitere Näherung zunächst verzichtet, sie soll in einer folgenden Arbeit näher ausgeführt werden.

Abb. 17. Schraubenpolardiagramm s-m-Kurven für verschiedene λ-Werte.

Gütegrad der Gesamtschraube ist) etwas verschiebt, und zw[ar] verschieben sich seine Grenzen von $\frac{R}{2}$ bzw. $\frac{2R}{3}$ für $\lambda = 0$ bis $\frac{3}{\ }$ bzw. $\frac{4R}{5}$ für $\lambda = \infty$.

Die Luftschraubenpolare.

Wir schreiten jetzt zur Berechnung der Kenngrößen, die – wie eingangs erwähnt — eine Trennung des unvermeid[lichen] lichen und des schädlichen Arbeitverbrauchs für jede[n] Betriebzustand ermöglichen und so zu einer gerechten Beurteilun[g] der Versuchsergebnisse geeignet sind.

Wir bezeichnen mit s den „Schubbeiwert" einer Luftschraub[e] und setzen ihn gleich

$$s = \sigma\,\lambda^2 = \frac{S}{\dfrac{\gamma}{g} F \dfrac{R^2\,\omega^2}{2}},$$

ferner mit m den „Momentbeiwert" der Schraube,

$$m = \frac{M}{\dfrac{\gamma}{g} F R \dfrac{R^2\,\omega^2}{2}}.$$

Dann ist

$$\eta_i = \frac{s}{m}\,\lambda \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3$$

Als Kenngrößen eines Tragflügelprofils pflegt man den Auftrie[b]beiwert in Abhängigkeit vom Widerstandbeiwert aufzutragen u[nd] an der Polare selbst die jeweiligen Anstellwinkel zu vermerke[n]. Gleichzeitig zeichnet man die Parabel des induzierten Wide[r]standes ein; diese ist nur von der Auftriebverteilung und dem s[o]genannten Seitenverhältnis abhängig; der restliche Widerstan[d]beiwert ist ein Maß für die Güte des eigentlichen Profils. E[nt]sprechend werden wir als Kennlinie einer Luftschraube d[en] Schubbeiwert in Abhängigkeit vom Momentenbeiwert auftragen[2]. Der jeweilige Fortschrittsgrad λ entspricht dem Anstellwinkel d[es] Profils. Für jedes λ zeichnen wir nach Gl. (34) die der Wide[r]standsparabel entsprechenden s-m-Kurven, die wir induzie[rte] Schub-Momenten-Kurven nennen wollen. Aus Gl. (27) erhalten w[ir]

$$\sigma = \frac{S}{\gamma\,F\,\dfrac{w^2}{2\,g}} = 4\,\frac{1 - \eta_i}{\eta_a\,\eta_i}\left[1 - \lambda'^2 \ln \frac{1 + \lambda'^2}{\lambda'^2}\right].$$

Damit wird

$$s = \sigma\,\lambda^2 = 4\,(1 - \eta_i)\,\lambda'^2\left[1 - \lambda'^2 \ln \frac{1 + \lambda'^2}{\lambda'^2}\right] \quad \ldots\ldots \quad (3$$

wo wir η_a noch näherungsweise durch η_i ersetzt haben. In Abb. [17] haben wir die s-m-Kurven für verschiedene λ-Werte aufgezeic[h]net; auf den Kurven ist der induzierte Wirkungsgrad vermer[kt]. Die s-m-Kurve für $\lambda = 0$ erhält man folgendermaßen.

Aus Gl. (22) folgt, wenn wir, entsprechend $\lambda = 0$, auch $w =$ [0] setzen und für w', ω' konstante Mittelwerte nehmen

$$L = M\,\omega = \frac{\gamma}{g} F \frac{w'}{2}\left(\frac{w'^2}{2} + \frac{\omega'^2\,R^2}{2}\right) \quad \ldots\ldots \quad ($$

Weiterhin ist für $w = 0$

$$S = \frac{\gamma}{g} F \frac{w'^2}{2},$$

woraus sich

$$w'^2 = \frac{2\,S}{\dfrac{\gamma}{g} F} = s\,R^2\,\omega^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad ($$

ergibt.

Nach der schon früher aufgestellten Beziehung

$$\left(w + \frac{w'}{2}\right) w' = \left(\omega - \frac{\omega'}{2}\right) \omega'\,R^2$$

folgt für $w = 0$

$$\frac{\omega'}{\omega} = 1 - \sqrt{1 - \frac{w'^2}{R^2\,\omega^2}}$$

oder unter Benutzung von Gl. (37)

$$\frac{\omega'}{\omega} = 1 - \sqrt{1 - s} \quad \ldots\ldots\ldots \quad ($$

Setzen wir die Werte von w' und ω' aus Gl. (37) und (38) [in] Gl. (36) ein, so erhalten wir

$$M\,\omega = \frac{\gamma}{g} F R\,\omega \frac{\sqrt{s}}{2}\left[\frac{s\,R^2\,\omega^2}{2} + \frac{R^2\,\omega^2\,(1 - \sqrt{1 - s})^2}{2}\right],$$

[2]) Es sei bemerkt, daß eine ähnliche Art der Darstellung bereits H. Kö[nig] zur Berechnung von Luftschrauben benutzt hat. König, „Die Berechnung [von] Luftschrauben mittels Propellerpolaren" Berichte und Abhandlungen [der] W. G. L. Heft 2 (1920)

ıd es wird

$$\left.\begin{aligned} m &= \frac{M}{\frac{\gamma}{g} F R R^2 \frac{\omega^2}{2}} = \frac{s^{3/2}}{2} + \frac{(1-\sqrt{1-s})^2\sqrt{s}}{2} \\ m &\sim \frac{s^{3/2}}{2} + \frac{s^{5/2}}{8} \end{aligned}\right\} \quad (39).$$

as Kurvensystem benutzen wir nun in folgender Weise: wir agen die Versuchswerte s, m einer Schraube in das s-m-Koordiatensystem ein (in Abb. 18 strichpunktierte Linien) und vererken an der so erhaltenen Kennlinie die zugehörigen λ-Werte. ehen wir von den einzelnen Punkten wagerechte Linien $=$ konst), so liefern die Schnittpunkte dieser wagerechten eraden mit den induzierten Schub-Momentenlinien eine neue urve: die „induzierte Schraubenpolare"[1] (in Abb. 18 voll auszogen). Hierdurch erhalten wir volle Übersicht der Verhältsse: den induzierten Wirkungsgrad kann man unmittelbar absen, den Gütegrad gibt das Verhältnis von $m_{\text{induziert}}$ zu m_{gesamt}.

In Abb. 18 und 19 sind Kennlinien mehrerer von Durand ıd Lesley[2]) untersuchten Luftschrauben eingetragen. In ɔb. 18 handelt es sich in allen drei Fällen um dieselbe Lufthraubenform, geändert wurde nur das Verhältnis von Steigung Durchmesser. Man sieht, daß der Wirkungsgrad mit wachsendem ɛrhältnis von Steigung zu Durchmesser, also mit wachsendem ɪrtschrittsgrad, ebenfalls wächst. Die in Abb. 19 eingezeichneten ɪftschrauben haben alle die gleiche Steigung, geändert wurde ɜ Schubverteilung. Der kleine Schubwert für die Luftschrauben . 80 und 82 wird dadurch erklärt, daß beide an den Blattenden rhältnismäßig schlank sind. Für den Fortschrittsgrad 0 sind aber rade die Blattenden einflußreich, sie haben dann den kleinsten ıstellwinkel gegenüber der anströmenden Luft, während die ɪiter zur Nabe liegenden Teile unter zu großem Anstellwinkel beiten, die Strömung daher dort abreißt.

Es sei hier bemerkt, daß die Verhältnisse bei der Lufthraube nicht so einfach liegen wie beim Tragflügel. Die Schubrteilung der Luftschraube ändert sich bei jedem Fortschrittsgrad. ese Änderung ist bedingt sowohl durch die Umrißform der ızelnen Blätter als auch durch die Anstellwinkel der Profile d durch die Profileigenschaften.

Bei den in Abb. 18 und 19 angeführten Luftschrauben sind ɪrtschrittsgrad, Flügelumrißform, Profile und deren Anstellnkel systematisch geändert, die Schubverteilung ist aber völlig bekannt. Luftschrauben mit der hier abgeleiteten günstigsten hubverteilung sind unseres Wissens bislang noch nicht untercht, aber nur solche kann man letzten Endes miteinander einındfrei vergleichen.

Die Schraubenpolaren können auch benutzt werden, den rlauf der Kennlinie für eine zu entwerfende Luftschraube annähert zu bestimmen, oder wenigstens die induzierte Polarkurve d damit die Abhängigkeit des Schubes und des induzierten Wirngsgrades vom Fortschrittsgrad zu ermitteln.

Angenommen, wir haben die Abmessungen einer Luftraube mit dem besten Wirkungsgrad für den effektiven Fortrittsgrad λ_0 nach dem entwickelten Verfahren ermittelt und erlten den induzierten Wirkungsgrad η_{i_0}, den induzierten Fortrittsgrad λ_0' und die Schub- und Momentenbeiwerte s_0 und m_0, haben wir damit einen Punkt der induzierten Polare s_0, m_0 und llen jetzt weitere Punkte der Kurve ermitteln.

Wir gehen von den Werten des induzierten Fortschrittsgrades s und wählen eine Reihe von Werten, z. B. $0{,}25\,\lambda_0'$, $0{,}50\lambda_0'$, $5\,\lambda_0'$ $1{,}25\,\lambda_0'$, $1{,}50\,\lambda_0'$. Für diese Werte können wir nach Konuktion der Abb. 11 die Anblaserichtung für jedes Element erteln und damit die veränderten c_a-Werte und die veränderte ıubverteilung. Als Anblasegeschwindigkeit setzen wir angeıert

$$v_s = r^2\omega^2 + w^2 = r\,\omega\sqrt{1+\lambda_r'^2\,\eta_i^2}$$

einem geschätzten η_i. Durch Planimetrieren erhalten wir den samtschub und den Wert s. Anderseits entspricht wegen $= s\,\lambda'$ in dem Polardiagramm jedem λ'-Wert eine Gerade durch ı Ursprungspunkt. Der Schnittpunkt der Geraden $\lambda' =$ konst der Wagerechten $s =$ konst liefert den neuen Punkt der Polarrve und namentlich den zugehörigen Wert λ. Wenn λ bekannt so können wir u. Umst. den Schubwert berichtigen, indem statt der obigen Näherung den richtigen Wert der Anblasechwindigkeit nach Abb. 12

$$v_s = \frac{r\,\omega\cos(\beta'-\beta)}{\cos\beta}$$

[1]) Die induzierte Polare gibt das Drehmoment an, das zur Erzeugung gemessenen Schubes bei gegebenem Durchmesser und Fortschrittsgrad ermeidlich nötig ist.

[2]) National Adv. Com t. Aeron. 1922 Rep. Nr. 141

Abb. 18. Versuche von Durand und Lesley in Polarendarstellung.

Luftschraube Nr.	35	31	27
Steigung/Dmr.	0,5	0,7	0,9
η max vH	64,7	73,8	77,2

Abb. 19. Versuche von Durand und Lesley in Polarendarstellung.

Luftschr. Nr.	80	81	82
Steig./Dmr.	1,1		
Blattform	konst.	konst.	zugesp.
	Blattbreite		
mittl. Blattbr.	0,15 R	0,20 R	0,05 R
η max	81,6	80,5	83,4

einsetzen. Im allgemeinen wird dies jedoch kaum notwendig sein.

Will man nun auch den Profilwiderstand berücksichtigen, so rechnen wir z. B. für den günstigsten Wirkungsgrad den Gütegrad nach der Formel (s. Gl. 18a)

$$\zeta = \frac{1-2\,\varepsilon\,\lambda'}{1+\frac{2}{3}\frac{\varepsilon}{\lambda'}}$$

aus und erhalten mittels der Beziehung $\frac{m_0}{m_0'} = \zeta$ den Punkt $m_0'\,s_0$, d. h. einen Punkt der wirklichen Kennlinie. Man wird nun eine erste Annäherung für die Kennlinie der Schraube erhalten, indem man durch den Punkt m_0', s_0 eine zur induzierten Polarkurve äquidistante Kurve zeichnet (konstantes schädliches Moment). Kennt man den Verlauf von c_w für das Profil, so kann man natürlich auch genauer vorgehen und das Moment von Punkt zu Punkt ermitteln.

Zusammenfassung.

Wir wollen am Schluß einerseits die Hauptformeln zusammenstellen, anderseits das Entwurfverfahren im Zusammenhang wiederholen.

Grundformeln:

Belastungsgrad $\sigma = \dfrac{S}{F\gamma\dfrac{w^2}{2g}}$.

Fortschrittsgrad $\lambda = \dfrac{w}{R\,\omega} = \operatorname{tg}\beta$.

Induzierter Wirkungsgrad $\eta_i = \eta_a\,\eta_u = \dfrac{2}{1+\sqrt{1+\sigma}}\left(1-\dfrac{\sigma\,\lambda^2}{2}\right)$.

Induzierter Fortschrittsgrad $\lambda' = \operatorname{tg}\beta' = \dfrac{1}{\eta_i}\,\lambda$.

Gütegrad des Schraubenelementes

$$\zeta_r = \frac{\operatorname{tg}\beta'}{\operatorname{tg}(\beta'+\gamma)} = \frac{1-\varepsilon\,\lambda_r'}{1+\frac{\varepsilon}{\lambda_r'}}\ (\varepsilon = \operatorname{tg}\gamma = \text{Profilgleitzahl}).$$

Gütegrad der Gesamtschraube $\zeta = \dfrac{1-2\,\varepsilon\,\lambda'}{1+\dfrac{2}{3}\dfrac{\varepsilon}{\lambda'}}$.

Günstigste Schubverteilung $\sigma_r = \dfrac{\sigma}{1-\lambda'^2\ln\dfrac{1+\lambda'^2}{\lambda'^2}}\,\dfrac{1}{1+\lambda_r'^2}$.

Kenngrößen der Idealschraube mit bester Schubverteilung als Funktionen des induzierten Wirkungs- und Fortschrittsgrades

$$s = \frac{S}{F \gamma \frac{R^2 \omega^2}{2 g}} = \sigma \lambda^2 = 4 (1 - \eta_i) \lambda'^2 \left(1 - \lambda'^2 \ln \frac{1 + \lambda'^2}{\lambda'^2}\right),$$

$$m = \frac{M}{F R \gamma \frac{R^2 \omega^2}{2 g}} = s \lambda' = \frac{s \lambda}{\eta_i}.$$

Wirkungsgrad der Schraube mit bester Schubverteilung

$$\eta = \zeta \eta_i = \eta_i \frac{1 - 2 \varepsilon \lambda' \varphi}{1 + \frac{2}{3} \frac{\varepsilon}{\lambda'} \psi}$$

(φ und ψ s. Zahlentafel 1).

Entwurfverfahren: Gegeben sei S und ω (Schı und Drehzahl). Zunächst ermitteln wir mit Hilfe der Wirkung gradtafeln unter Zugrundelegung einer Gleitzahl (etwa $\varepsilon = 0{,}0$ den günstigsten Durchmesser bzw. den größten Durchmesser, d aus konstruktiven Gründen noch empfehlenswert scheint. Al dann rechnen wir den Belastungsgrad σ und den Fortschrittsgrad aus, ferner mit Hilfe dieser Größen den induzierten Wirkungsgra und den induzierten Fortschrittsgrad. Nun zeichnen wir na Abb. 11 den Profilriß, wobei wir noch entsprechend der Flüge zahl den Durchmesser vergrößern, Gl. (32), bestimmen die Wi kel β und β' und berechnen die Blattbreiten mit Hilfe der Fo mel (31 b). Alsdann prüfen wir durch Berechnung des Güt grades, Gl. (29), den Leistungsbedarf der Schraube nach. Fal wir die gesamte Kennlinie zu bestimmen wünschen, benutzen w die Schraubenpolare und berechnen die Kennlinie von Punkt z Punkt in der zuletzt angegebenen Weise. [B 598]

Meßwagen für Wärmewirtschaft bei der Deutschen Reichsbahngesellschaft.

Auf der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin wurde eine Zusammenstellung aller derjenigen Einrichtungen gezeigt, die für laufende Betriebüberwachung und Wärmebuchführung erforderlich sind, und in unmittelbarer Nachbarschaft ein Meßwagen, der für die Untersuchung der ortfesten Anlagen bestimmt ist. Hierdurch sollte dargestellt werden, wie in planmäßiger Weise die Ausrüstung für die Betriebüberwachung einerseits und die Durchführung der Anlagen anderseits bei der Deutschen Reichsbahn entwickelt und den besonderen Betriebsverhältnissen angepaßt sind. Diese sind dadurch gekennzeichnet, daß die ortfesten brennstoffverbrauchenden Anlagen, insbesondere diejenigen für Dampferzeugung, räumlich weit verstreut sind und verhältnismäßig kleine Leistungen haben. Außerdem dienen sie ausschließlich (wie z. B. die Anlagen für die Zugvorheizung) oder vorwiegend (wie die Anlagen in den Eisenbahn-Ausbesserungswerken) der Wärmeerzeugung; ihr Betrieb ist daher für längere Zeit im Jahr unterbrochen oder stark eingeschränkt.

Für eine planmäßige Untersuchung der Anlagen hinsichtlich ihres Wirkungsgrades, der zweckmäßigen Wahl von Brennstoffen und

Bei Auswahl des Meßgerätes ist berücksichtigt worden, daß Hilf mittel für die Untersuchung aller vorkommenden Anlagen, also d Dampfkessel- und Ofenanlagen, Gaserzeugeranlagen, Kraftmaschinen jed Art, mitgeführt werden müssen. Zur Ersparnis von Arbeitskräften b der Durchführung der Versuche werden in weitgehendem Maße schre bende Meßvorrichtungen verwendet; für Temperaturmessungen solch bei denen von einer Stelle aus zahlreiche Ablesungen ausgeführt werd können.

Da es sich bei Versuchen als zweckmäßig erwiesen hat, schon wä rend ihrer Durchführung Zwischenbilanzen aufzustellen, um Unreg mäßigkeiten entdecken und beseitigen zu können, und hierfür die Kenn nis der verwendeten Brennstoffe notwendig ist, ist ein kleines Laborat rium für die Untersuchung der Brennstoffe eingerichtet worden. Wenn si auch vielleicht nicht immer die Gelegenheit bieten wird, sofort d Heizwert zu bestimmen, so ist doch schon zur Beurteilung der Versuc von größter Bedeutung, den Asche- und Wassergehalt der Kohle un den Gehalt an flüchtigen Bestandteilen zu kennen; vielfach läßt si hieraus an Hand der Herkunft der Kohle ein Rückschluß auf den Hei wert des vorliegenden Brennstoffes machen. Übrigens ist gerade d Untersuchung der Brennstoffe ein gutes Mittel, das Verständnis für d Eigenart der Brennstoffe und ihre Behandlung zu erwecken.

Abb. 1. Meßwagen für Wärmewirtschaft der Deutschen Reichsbahngesellschaft.

Feuerungseinrichtungen, der Verbesserungsmöglichkeiten an Bauart, Belastung, Betriebführung usw. ist der Meßwagen für Wärmewirtschaft entwickelt worden. Der Grundriß dieses Wagens, Abb. 1, der durch Umbau aus einem Telegraphenwagen des früheren Hofzuges entstanden ist, zeigt einen Laboratoriumsraum, einen Unterrichtsraum, zwei Aufenthalts- und Übernachtungsräume und einen Abort. Von vornherein war bei der Anordnung der Gesichtspunkt maßgebend, daß sich im Zusammenhang mit der Untersuchung der Anlagen eine ausgezeichnete Gelegenheit bietet, die Kenntnis auf dem Gebiete der Brennstoff- und Wärmewirtschaft durch kurze Vorträge auch in den entlegeneren Dienststellen zu verbreiten. Es wurde daher Wert darauf gelegt, einen größeren Raum mit einem Vortragstisch und einer Wandtafel zu schaffen; die einmal gegebene, verhältnismäßig geringe Baulänge des Wagens und die Notwendigkeit, ausreichende Nebenräume zu schaffen, beschränkten die Länge des Vortragsraumes auf etwas mehr als 6 m. Um ihn trotzdem für möglichst viele Hörer auszunutzen, ist er nicht wie bei den meisten Unterrichtswagen der Deutschen Reichsbahn mit einem festen Gestühl, sondern nur mit einer genügenden Anzahl von Klappstühlen ausgerüstet, so daß etwa 30 Personen Platz finden. In diesem Raum ist der größte Teil des Meßgerätes so untergebracht, daß es während der Fahrt nicht beschädigt wird, für die Untersuchungen herausgenommen, zugleich aber als Anschauungsstoff für die Vorträge benutzt werden kann. Einige Kästen mit Brennstoffproben, die an den Wänden angebracht sind, dienen ebenfalls Unterrichtszwecken. Der Vortragstisch ist mit einem Anschluß an den Gasbehälter der Wagenbeleuchtung versehen, so daß sich hier die Möglichkeit bietet, Gasanalysen und auch andere Versuche, z. B. auf dem Gebiete der Brennstoffanalyse, vorzuführen.

Der größere Wohnraum, der aus zwei Halbabteilen der bei Schla wagen üblichen Größe entstanden ist, bietet dem Leiter der Versuch Gelegenheit zum Aufenthalt und zur Erledigung schriftlicher A beiten, ferner aber auch, was häufig von großer Bedeutung ist, zu B sprechungen mit den Betriebsleitern. Das kleinere Abteil ist für di mitfahrenden Laboranten und Hilfskräfte bestimmt.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß der Wagen mit Gas beleucht wird, das für die obenerwähnten Laboratoriumszwecke ohnedies mitg führt werden muß. Für die Hilfsbeleuchtung, insbesondere in den Woh räumen und an den Eingangstüren, ist eine elektrische Batterie vorhande von der Einrichtung eines von der Achse angetriebenen Stromerzeuge für die Wagenbeleuchtung mußte abgesehen werden, weil infolge d Benutzungsweise des Wagens das Verhältnis der Laufzeit zur Stan zeit im allgemeinen zu ungünstig ist.

Die Verwendung des geschilderten Wagens hat große wirtschaftlich Vorteile zur Folge, wie sich bereits erwiesen hat: Es ist möglich, auc an Stellen, die entlegen und von der Leitung der Wärmewirtschaft bezirke schwer zu erreichen sind, unter Benutzung von Nachtfahrte mit dem gesamten erforderlichen Gerät rasch heranzukommen un unter großer Zeit- und daher auch Personalersparnis Untersuchunge durchzuführen. In ähnlicher Weise trifft dies auf die Benutzung z Unterrichtszwecken zu, da durch Vorträge im Wagen den Hörern di sonst vielfach notwendigen Fahrten zu anderen Orten erspart werde und an vielen Stellen überhaupt erst Gelegenheit für einen fachkundige Unterricht geschaffen wird, was gerade auf dem Gebiete der Bren stoff- und Wärmewirtschaft von größter Bedeutung ist.

[M 902] Reg.-Baurat Dr. Fr. Landsberg.

Papierhalbstoff aus Abfallholz.

Von Ingenieur Fritz Hoyer, Cöthen i. Anh.

Die Notwendigkeit, auch Abfallholz zu Papierstoff zu verarbeiten, hat zu verschiedenen neueren Verfahren geführt, deren aussichtsreichste besprochen werden. An der Hand von schematischen Zeichnungen werden diese Verfahren beschrieben. Es wird weiter darauf hingewiesen, daß durch gewisse chemische Behandlungen des Holzes noch bessere Ergebnisse erzielt werden können, ohne daß sich das Erzeugnis sehr verteuert.

Die Herstellung von Holzschliff für die Papierfabrikation nach dem bewährten Verfahren von Keller-Völter-Voith, das schon seit dem Bestehen der Holzschleiferei in seinen [G]rundzügen dasselbe geblieben ist, durch Andrücken der Holz[k]llen an einen mit Wasser benetzten Stein ist hinlänglich be[ka]nnt und hat gerade in den letzten Jahren wesentliche Ver[be]sserungen erfahren, die sich besonders auf Erhöhung der [St]offgüte und Verminderung des Kraftverbrauches für die [M]engeneinheit bezogen. Die Entwicklung des eigentlichen [Sc]hleifverfahrens hat mit der Ausbildung des stetigen Schleifers [zu]nächst wohl einen gewissen Abschluß erfahren[1]).

Nun treten aber in der letzten Zeit immer mehr gewisse [ne]ue Verfahren in den Vordergrund, die nicht als eigentliche [Sc]hleifverfahren bezeichnet werden können; denn wenn auch [be]i ihnen eine Bearbeitung des Holzes auf Steinen unter Wasser[zu]gabe stattfindet, so fehlen doch die Kennzeichen der Holz[sch]leiferei. Diese Verfahren können daher besser als „Quetsch[ve]rfahren" bezeichnet werden.

Man ging bei der Ausarbeitung dieser Verfahren wohl auch [zu]m Teil von dem Gesichtspunkt aus, Holzabfälle usw. zur Er[ze]ugung auch guten Papierhalbstoffes verwenden zu können. [Be]deutende Mengen an Holzabfällen: Spreißlinge, Säumlinge, [Sc]hwarten usw., die in unsern Sägewerken und Holzbearbeitungs[fa]briken anfallen und fast stets von erstklassigem Holz stammen, [ha]tten bisher fast nur Wert als Brennholz, können aber durch [ge]eignete Verfahren viel wirtschaftlicher auf Papierhalbstoff ver[ar]beitet werden und ergeben einen Stoff erster Güte.

In der Natur der Holzabfälle aus den Sägewerken und Holz[be]arbeitungsfabriken liegt es nun, daß sie für das übliche und [ei]ngangs gekennzeichnete Schleifverfahren nicht ohne weiteres [ge]eignet sind. Auch neuere Versuche und Verfahren, auf die [so]gar Patente erteilt wurden, sind eben nur Versuche geblieben, [oh]ne große praktische Bedeutung zu haben. Infolge des [spe]rrigen Charakters füllen diese Abfälle die Schleifkasten der [all]gemein üblichen Pressenschleifer nur schlecht und unvoll[ko]mmen aus, so daß ein ganz unregelmäßiger Schleifvorgang zu[sta]nde kommt, der erfahrungsgemäß einen ungleichen und [spl]ittrigen Stoff liefert, der viel Auslese- und Raffineurarbeit [ver]langt, so daß der Kraftverbrauch unnütz erhöht wird. Der [stet]ige Schleifer schneidet ja in dieser Beziehung etwas besser [ab,] da man in der Lage ist, die Abfälle zwischen die Schleif[ket]ten in das Magazin einzuführen. Da aber dieser Schleifer [nic]ht überall vorhanden ist, so bleibt diese Möglichkeit auch nur [auf] wenige Fälle beschränkt, jedenfalls kommt er zur allgemeinen [Ve]rarbeitung von Abfällen auch nicht in Frage. Man hat nun [zu] diesem Zwecke wohl besondere Schleifer gebaut, die man als [Tro]mmelschleifer bezeichnete, die aber auch nicht die gewünschten [Er]folge zeitigten und den heutigen Anforderungen nicht ge[wa]chsen sind.

Neben diesen aus bestem Holz stammenden Abfällen ist es [fe]r von größter Bedeutung, auch sonst zum Schleifen weniger [ge]eignetes Holz verarbeiten zu können, das, wenn auch keinen [ers]tklassigen, so doch einen recht brauchbaren Stoff für Pappen [un]d Packpapiere, Einlagen für Kartons usw. ergibt.

Der nach diesen Verfahren hergestellte Stoff wird also [nic]ht als „Holzschliff" zu bezeichnen sein, da er ja, wie sich [spä]ter zeigt, nicht in einem Schleifverfahren hergestellt wurde. [Die] Bezeichnung „Holzstoff" wird aber auch nicht zutreffend [sei]n können; denn unter dieser Bezeichnung ist ganz allgemein [jed]er aus Holz hergestellte Papierhalbstoff zu verstehen, also [auc]h die auf chemischem Wege aus Holz hergestellte Zellulose. [Um] aber Unterschiede zwischen den beiden Verfahren zu [ma]chen, die Papierhalbstoff aus Holz auf mechanischem Wege [her]stellen, wird es erforderlich sein, einen genau bezeichnenden [und] nicht mißzuverstehenden Namen zu finden.

Die Versuche, einen Papierhalbstoff aus Holz nach einem [and]ern mechanischen Verfahren als durch Schleifen herzustellen, [sind] nicht neu, sondern reichen weit zurück und haben auch [sch]on gewisse Erfolge gezeitigt. Wenn sie aber nicht weiter [aus]gebaut wurden, so liegt das kaum in Mängeln des Verfahrens, sondern in fehlender Unternehmungslust und in dem Umstande, daß vollwertiges Schleifholz zu annehmbaren Preisen in ausreichender Menge zur Verfügung stand, so daß man nicht gezwungen war, auf Abfälle usw. zurückzugreifen. Da außerdem das erste brauchbare Verfahren etwas umständlich war und wesentliche Kraftersparnisse und Vereinfachungen gegenüber dem bewährten Schleifverfahren nicht aufwies, den neuzeitlichen Großkraftschleifern gegenüber auch keinen besseren Stoff lieferte, so wurde das Verfahren nicht weiter ausgebaut.

Erst der neueren Zeit blieb es vorbehalten, das Quetschverfahren weiter zu entwickeln und ihm Aussicht auf Erfolg zu geben. Man ging dabei wohl von der Beobachtung aus, die man beim Raffinieren des Holzstoffes in der bisher üblichen Holzschleiferei machte. Tatsächlich sind auch die neueren Maschinen eigentlich als Raffineure anzusprechen. Das Raffinieren bei der bisher üblichen Holzschleiferei besteht nun bekanntlich nicht in einem eigentlichen Mahlen, sondern in einem Auflösen und Isolieren der noch zusammenhängenden Fasern und Faserbündel durch Reibung aneinander und an den rauhen Flächen des Steines, also gewissermaßen auch in einem Quetschen. Die Faser wird dadurch natürlich sehr geschont und bei guter Durchbildung der Geräte zum größten Teil in ihrer ganzen Länge ohne Beschädigung aus dem Verbande des Holzkörpers herausgelöst. Eine Eigentümlichkeit auch dieser neuen Verfahren besteht nun aber darin, daß sie sich bisher am besten bei gedämpftem Holz bewährt haben, also bei der Herstellung von Braunholz, während doch auch das Bedürfnis besteht, weißen Holzschliff nach diesem Verfahren herstellen zu können.

Weshalb diese Verfahren gerade bei gedämpftem oder gekochtem Holz so gute Ergebnisse hatten, ist erklärlich, wenn man sich den Einfluß des Dämpfens und Kochens auf den Holzkörper vergegenwärtigt. Diese Vorbehandlung hat nämlich einen gewissen chemischen Einfluß, indem sie je nach der Art der Durchführung die Inkrusten des Holzes mehr oder weniger löst und den Holzkörper lockert, so daß er einen gewissermaßen schwammigen Charakter annimmt, der es ermöglicht, die Fasern viel leichter in ihrer ganzen Länge aus dem Holzkörper zu lösen. Die durch diese Vorbehandlung eintretende Verfärbung (Braunfärbung) des Holzes durch Umlagerung gewisser Stoffe des Holzes ist mitunter erwünscht (Lederpappen, Braunholzschliff), mitunter aber auch ein Hindernis für die weitere Verarbeitung des Stoffes. Man hat ja allerdings den Grad der Verfärbung durch geeignete Anwendung der Dämpf- und Kochverfahren in der Hand, so daß man Stoff vom hellen Gelbbraun bis zum dunklen Braun herstellen kann; wie sich weiter unten zeigt, bestehen auch schon Verfahren, die ermöglichen, der Faser ihre natürliche hellgelbe Farbe zu belassen oder sie sogar noch weißer herzustellen als den normalen Weißschliff aus Fichtenholz. Diese Verfahren werden eine große Bedeutung gewinnen, da sie geeignet sind, auch Abfallholz nach dem Quetschverfahren zu Weißschliff zu verarbeiten.

Die neueren Verfahren verlangen eine Vorzerkleinerung des Holzes auf Hackmaschinen in Bohnengröße. Die hierzu verwendeten Hackmaschinen entsprechen vollkommen den in der Zellulosefabrikation sonst verwendeten; man wird aber gut tun, solche Modelle zu wählen, die außer der Verarbeitung von Rollenholz auch die Verarbeitung von Säumlingen, Spreißeln, Schwarten usw. zulassen.

Grundsätzlich sind nun drei neuere Verfahren zu unterscheiden, die aber alle unverkennbar auf demselben Grundsatz beruhen.

Das Verfahren von Denso.

Unter DRP 286 874 ist William Denso in Forst in der Lausitz eine Vorrichtung geschützt, die Stoff für die Papierherstellung aus Holz auf mechanischem Wege ohne eigentliches Schleifverfahren herstellen will. Nach den Mitteilungen soll erheblich weniger Kraft erforderlich sein als bei allen bekannten Verfahren, womit wohl alle bekannten Schleifverfahren gemeint sind. Der Erfinder bedient sich statt eines zweier Mahlgänge, die ein besseres Endergebnis erzielen sollen. Die Holzfaser wird bei diesem Verfahren mehr als bisher geschont und bleibt

[1]) vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 757.

lang, was ohne weiteres anzunehmen ist, da eben dies Verfahren sich als ein Raffinierverfahren kennzeichnet, wie weiter oben beschrieben wurde. Denso zerkleinert das Holz zunächst gleichmäßig durch Steinschnitt und verwandelt es unter Zusatz von Wasser zu einem Halbstoff, den er unmittelbar anschließend einem Feinmahlgang zuführt, der hüttenfertigen Stoff herstellen soll.

Abb. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung. Auf der Welle *a* befindet sich die Hohlwelle *b* des Läufersteines des Grobmahlganges. Dem Läuferstein *c* steht der feste Stein *d* gegenüber. Die Arbeitsflächen der beiden Steine nähern sich einander nach dem Umfang zu. Auf der Welle *a* befindet sich außerdem, den Läuferstein *c* umschließend, der Läuferstein *e* des Feinmahlganges, dem der feste Stein *f* gegenübersteht. Das Gehäuse des Läufersteines *e* ist im Bereich des Läufersteines *c* mit einer schüsselförmigen Aushöhlung *g* ausausgestattet, die einen Durchgangsraum für den vorgearbeiteten Holzstoff bildet. Dieser gelangt, aus dem Spalt zwischen den Steinen *c* und *d* hervortretend, unmittelbar oder mittelbar durch die Kammer *g* in den Feinmahlgang, wo er fertig gemahlen wird. Der Läuferstein *c* kann mit Schleuderrippen *h* versehen werden, die in der Kammer *g* laufen und den Übergang des Vorerzeugnisses in den Feinmahlgang unterstützen. In einer mittleren Aussparung *i* des festen Steines sitzt auf der hohlen Welle *b* eine Fördereinrichtung *k* für das vorzerkleinerte Holz, die aus einer mit den Schleuderrippen *l* verbundenen Schnecke besteht. Das zerkleinerte Holz wird durch einen Trichter *m* am Gehäuse *n* unmittelbar zur Fördervorrichtung *k l* geführt. Der Läuferstein *e* ist verschiebbar und einstellbar auf der Welle *a* gelagert.

Unbenommen bleibt es, Vorrichtungen anzubringen, die den Läuferstein *c*, der auf der Welle *a* alsdann verschiebbar gelagert wird, gegen den festen Stein *f* zu pressen.

Es können auch zwei getrennte Vorrichtungen eingebaut werden, von denen die eine die Arbeit der Steine *c*, *d* und die andre die Arbeit der Steine *e*, *f* ausführt. In diesem Falle werden entweder beide Vorrichtungen in gleicher Höhe angebracht und erhalten gleichen oder getrennten Antrieb, wobei das Vorprodukt aus dem Grobmahlgang durch Fördervorrichtungen beliebiger Art nach dem Feinmahlgang befördert wird, oder der Grobmahlgang wird höher gelagert als der Feinmahlgang, so daß der vorverarbeitete Stoff unter dem Einfluß der Schwere in den Feinmahlgang fließt und dort fertig verarbeitet wird.

Bei der Anordnung nach Abb. 1 haben die beiden Läufersteine *c* und *e* getrennten Antrieb, können also mit gleicher oder verschiedener Umlaufzahl laufen. Es ist auch möglich, *c* und *e* zu einem einzigen Stein zu vereinigen, der grundsätzlich in zwei Zonen geteilt ist, von denen die innere der Steinverbindung *c*, *d*, die äußere der Steinverbindung *e*, *f* entspricht.

Was den Stoff der Steine anbetrifft, so kann für den Grobmahlgang Schmirgel oder ein andrer harter Stein genommen werden, während der Feinmahlgang, der leichter nachstellbar ist, mit weichem Stein arbeiten soll.

Abb. 2 und 3 zeigen in schematischer Anordnung die Ausführung dieses Verfahrens. Bei dieser Einrichtung wird der im Grobmahlgang behandelte Stoff einem Sichter zugeführt, durch den der Feinstoff ausgesichtet wird, während der Grobstoff durch ein Hebewerk in eine dem Grobmahlgang vorgelagerte Kammer mit darin angeordneter Förderschnecke fließt und mit dem dem Grobmahlgang neu zuzuführenden Rohstoff gemischt wird. Da der Grobstoff sehr wasserhaltig ist, so haftet er sehr gut an den Holzstücken des Rohstoffes und unterstützt durch sein großes Gewicht und seine große Fliehkraft die Beförderung des Holzschliffes zwischen die Steine des Grobmahlganges, wodurch eine regelmäßige und besser ausgenutzte Arbeit des Mahlganges geleistet wird.

Durch das Zuführungsrohr *a* gelangt das vorzerkleinerte Holz in den Trichter *b*, in dem eine umlaufende kegelige Schnecke *c* angeordnet ist, die das vorzerkleinerte Holz durch den Hals des Trichters in die Kammer *d* befördert und gleichzeitig verhindert, daß der Rohstoff sich zusammenballt und Klumpen bildet. In der Kammer *d* ist eine Förderschnecke *e* gelagert, die die Holzschnitzel in das Zuführungsrohr *f* befördert, durch das sie in den Grobmahlgang *g* gelangen. Aus dem Grobmahlgang *g* fließt der Stoff, der ein Gemenge von Grobstoff und Feinstoff ist, durch den Kanal *h* in die Sammelgrube *i* und gelangt von dort in die Stoffpumpe *k*, die den Stoff durch das Rohr *l* in den Sichter *m* befördert. Der Grobmal gang *g* kann auch etwas höher als der Sichter *m* aufgestel werden, so daß das Gemenge von Grob- und Feinstoff von selb in den Sichter *m* fließt; dadurch erübrigt sich die Verwendur einer Stoffpumpe. Aus dem Sichter *m* fließt der Feinstoff die Feinstoffbütte *n* und der Grobstoff in die Grobstoffbütte In dieser ist eine Schnecke gelagert, die den Grobstoff in d Grube *p* befördert. Aus der Grube *p* wird er durch das He werk *q* in ein Rohr *r* hochgefördert, wo er mit dem zug führten Rohstoff gemischt und nochmals in den Grobmahlgar befördert wird.

Abb. 2 und 3. Anlage für das Denso-Verfahren.

Das Verfahren ist also ein reines Raffinierverfahren m Ausscheidung des feinen Stoffes und nochmaliger Raffinieru des ausgeschiedenen Grobstoffes, bis auch dieser fein genug i um durch die Sortierbleche des Sichters zu gehen. Grundsät lich ist also hier das in der Holzschleiferei sonst übliche Sortie verfahren zur Anwendung gekommen. Auch die verwendet Sortiermaschinen stellen keine besonderen Bauarten dar, so dern entsprechen ganz den üblichen Schleudersortierern.

Das Verfahren von Biffar,

Abb. 4, stellt eine wesentliche Vereinfachung des Quetschve fahrens nach Rasch-Kirchner und wohl auch nach Dens dar, wie sich schon aus der ungemein einfachen Bauart d Maschine ergibt. Die hier benutzte Sichtermühle ist eine Ve einigung von Raffineur und Sortiermaschine und war ursprün lich dazu bestimmt, die Arbeit des Raffinierens und Sortiere in Holzschleifereien zu vereinfachen, indem sie zwei Maschin ersetzte. Der Stoff mußte also ebenfalls auf Holzschleifern b kannter Bauart geschliffen und dann erst in dieser Maschine ve feinert werden. Es zeigte sich nun bei der Verarbeitung v Zellulose, daß die Mühle auch weniger gut aufgeschlosse Zellulose anstandlos verfeinerte, so daß man versuchte, au schlecht und ungenügend gekochte Zelluloseäste damit aufz schließen. Der Versuch gelang wider Erwarten gut. Man ka nun auf den Gedanken, die Sichtermühle auch für eine Ho

Abb. 1. Vorrichtung von Denso zur Herstellung von Papier aus Holz auf mechanischem Wege.

Abb. 4. Verfahren nach Biffar mit Sichtermühle.

Abb. 5. Sichterverfahren nach Rinderknecht.

toffgewinnung nach dem Quetschverfahren nutzbar zu machen. uch dieser Versuch gelang vorzüglich.

Das Biffarsche Verfahren besteht nun darin, daß man das [olz, gleichviel ob Rollen oder Abfallholz, auf geeigneten Hackıaschinen in etwa bohnengroße Stücke hackt und diese nach inem Holzkocher bläst, wo man sie dämpft und kocht. Die rt dieser Behandlung ist ohne Einfluß auf die weitere Verrbeitungsmöglichkeit, sondern nur auf die Farbe des erzielten toffes. Vom Holzkocher aus gelangen die gut durchgekochten iolzschnitzel nach einer Rührbütte mit Schöpfrad. Der Kocher uß allerdings ein umlaufender Kocher sein, da das kleingeackte Holz sich ziemlich dicht lagert, so daß in einem festehenden Kocher das Wasser und der Dampf nicht genügend inwirken können und ungleichmäßige Durchkochung zustande ommt oder die Behandlung zu lange dauern würde, was natürch einmal größere Kocher und das andre Mal mehr Dampf vermgt, also in beiden Fällen höhere Kosten. Am besten dürfte er Kugelkocher geeignet sein, der infolge seiner Gestaltung ine dauernde und gute Durchmischung des Holzes mit dem Vasser und dem Dampf sichert. Auch der Sturzkocher, der ı der Strohstoffabrikation vielfach üblich ist, dürfte sich ut eignen.

Von der Rührbütte aus heben nun die Schöpfbecher den ekochten und stark durchweichten Rohstoff auf die Sichterühle, Abb. 4, die ihn in einem Arbeitsgang zu büttenfertigem toff verarbeitet. Diese Sichtermühle besteht also aus einem affineur und einem daran anschließenden Schleudersortierer. er Raffineur entspricht grundsätzlich den üblichen Raffineuren euzeitlicher Bauart, nur ist die Stofführung etwas anders. Wie ıs der Abbildung ersichtlich, ist in diesem Falle der äußere ein, entgegen den sonstigen Ausführungen, der Bodenstein und r innere Läufer. Durch die Fliehkraft wird der verfeinerte off, der hier keiner anderen Behandlung unterliegt, als beim affinieren des auf sonst übliche Weise hergestellten Holzhliffes gebräuchlich ist, in den Sortierer geschleudert, der die inen Fasern ausscheidet, die unten beim „Auslauf" abfließen, ährend die groben Fasern, die Faserbündel und noch nicht nügend aufgeschlossene Teile, die noch nicht fein genug sind, n durch die Löcher der Sortierbleche zu gehen, wieder zur Grobstoffbütte" zurückgelangen. Von hier gehen sie wieder f den Raffineur und sodann auf den Sortierer, machen also den reislauf so lange mit, bis sie fein genug sind, um die Löcher r Sortierbleche zu passieren. Da es sich um ein reines Raffierverfahren handelt, so wird eine denkbar große Schonung der ısern erreicht, wie ja auch der nach diesem Verfahren herstellte Stoff beweist, der sich ganz vorzüglich für alle Zwecke r Papier- und Pappenfabrikation eignet. Durch geeignete orbehandlung des Holzes beim Kochen und Dämpfen kann an alle erwünschten Abstufungen bezüglich Farbe und Mahngsgrad erreichen, niemals aber einen weißen Stoff, der dem rmalen Weißschliff entspricht. Dieser Fehler haftet bisher len brauchbaren Verfahren an, kann aber, wie sich weiter igen wird, durch geeignete Verfahren auch noch beseitigt erden.

Der Kraftbedarf soll bei diesem Verfahren sehr niedrig in, es ist auch anzunehmen, daß er den Kraftbedarf der übhen Schleifverfahren nicht erreichen wird. Es soll aber hier von abgesehen werden, Zahlen zu nennen, da sie leicht irrehren könnten, weil ausreichende Versuche und Erfahrungen ıs der Praxis noch nicht vorliegen. Auch dieses Verfahren etet ganz besondere Aussichten bei der Verarbeitung von Ablholz und solchem Holz, das für das Schleifverfahren ungegnet ist.

Verfahren von Rinderknecht.

Als neustes Verfahren, das zu dieser Klasse zu rechnen und sehr aussichtsreich erscheint, ist das nach DRP 389 265 n Hans Rinderknecht in Düsseldorf zu nennen. Die erzu erforderliche Maschine ist in Abb. 5 gezeigt. Wie daraus sichtlich ist, handelt es sich hier um eine Kegelstoffmühle, ährend die beiden vorhergehenden Verfahren Raffineure, also ewissermaßen Planstoffmühlen verwendeten. Es ist aber wohl ızunehmen, daß die Behandlung des Stoffes eine ähnliche wie den Raffineuren ist, also ein eigentliches Mahlen nicht stattndet. Es unterliegt keinem Zweifel, daß man auch auf diesem ege ein gleich gutes Ergebnis erreichen kann wie besonders ırch die Biffarsche Sichtermühle, die sich bisher besonders auch der Herstellung von Braunschliff in verschiedenen Betrieben hon bewährt haben soll, während über die Rinderknechtsche egelstoffmühle nur wenige Betriebsergebnisse vorliegen.

Wie schon erwähnt, erfolgt die mechanische Aufschließung einer Kegelstoffmühle, deren umlaufender Mahlkegel *a* von einem Steinmantel *b* umgeben ist, der am dünnen Ende des Mahlkegels entweder zylindrisch oder schwächer kegelig ist als der Mahlkegel, so daß ein im Querschnitt keilförmiger Ringraum *c* entsteht. An diesen Ringraum schließt sich ein Gehäuse *d* an, in dem eine Förderschnecke *e* gelagert ist. Der hintere Teil des Steinmantels *b* verläuft auf der Innenseite parallel oder nahezu parallel zum Mantel des Mahlkegels *a*. Der hierdurch entstehende Ringraum zwischen beiden kann durch Verschieben des Mahlkegels *a* eingestellt werden.

Über dem Füllschacht *f* und der Förderschnecke *e* ist eine Beschickvorrichung angeordnet, die aus mehreren Behältern *g* besteht, unter denen sich in Zylindern *h* bewegte Kolben *i* befinden, die durch die Kurbeln *k* angetrieben werden. Der Kolbenhub kann verändert werden. Die Kolben *i* führen aus den einzelnen Behältern die gewünschten Mengen dem Füllschacht *f* zu, aus dem sie von der Förderschnecke *e* in den Raum *c* gedrückt werden. Durch die Veränderung der Drehzahl der Antriebscheibe *l* für die Kurbeln *k* läßt sich die Gesamtzufuhr zur Förderschnecke *e* verändern, wobei aber das für die vorliegende Papiersorte eingestellte Mischverhältnis unverändert bleibt.

In dem Ringraum *c* wird die Masse geschliffen, die infolge der Schleuderkraft und des Druckes der Schnecke dem engeren Teile des Ringraumes *c* zustrebt. Dabei werden die kleineren Stücke den größeren jeweilig so voreilen, bis sie wieder zwischen den beiden Schleifflächen eingekeilt sind und zermahlen werden. Somit wird der Anpreßdruck der verschieden großen Stoffteilchen an den Mahlflächen selbsttätig geregelt, so daß das Schleifen durchweg gleichmäßig erfolgt.

Der Stoff tritt nun in den engeren Ringraum zwischen Mahlkegel *a* und Steinmantel *b*. Je weiter er in diesem Raum vorwandert, desto mehr wird er gemischt, gemahlen und verarbeitet. Der fertig gemahlene Stoff fließt dann durch das Rohr *m* zur Sortiermaschine. Die ausgeschiedenen groben Teile gehen zur Stoffmühle zurück.

Auch hier ist also eine besondere Sortiermaschine erforderlich, die vorteilhaft einer der bewährten Schleudersortierer sein wird. Wenn man nach diesem Verfahren also nur Stoff z. B. für Pappen herstellen will, dann wird die Verteileinrichtung für Zusätze usw. wegfallen können. Auch dieses Verfahren eignet sich zweifellos zur Verarbeitung von Abfallholz und andern sonst für das Schleifverfahren weniger geeigneten Hölzern, da eben vorher eine Vorzerkleinerung stattfindet. Über den Kraftverbrauch bestehen auch hier noch keine zuverlässigen Anhaltpunkte, da das Verfahren sich noch im Versuchszustand befindet. Allerdings zeigen vorliegende Stoffproben, die in einer Versuchsanlage in Arnsberg i. Westf. hergestellt worden sind, eine schöne Faser sowohl bei Weiß- als auch bei Braunschliff.

Wie schon verschiedentlich erwähnt, besteht nun ein Interesse daran, nach diesen Quetschverfahren auch einen guten Weißschliff herstellen zu können, wie ihn das bis jetzt gebräuchliche Schleifverfahren liefert. Die Möglichkeit dazu ist vorhanden, und zwar im sogenannten Enge-Verfahren. Eine gewisse chemische Vorbehandlung des Holzes und eine Vorzerkleinerung ist für die Quetschverfahren Grundbedingung, da namentlich durch erstere die Inkrusten des Holzes gelöst werden, so daß eine Zerfaserung leichter bewerkstelligt werden kann. Es kommt nun darauf an, daß diese chemische Vorbehandlung billig ist und daß sie den Stoff nicht verfärbt, wie das beim bisher üblichen Dämpfen und Kochen der Fall ist. Hierzu bietet das Enge-Verfahren den Weg, das sich aber trotz guter Erfolge auch noch im Versuchszustand befindet, und zwar aus dem Grunde, weil sich dazu berufene Fabriken noch nicht entschließen konnten, eingehende Versuche im Großen zu unternehmen, die eine praktische Verwendbarkeit nachweisen und noch etwa anhaftende Fehler und Mängel aufdecken, so daß sie beseitigt werden können. Neuerdings hat Enge noch ein andres Verfahren ausgearbeitet, das aber für den vorliegenden Fall nicht von Belang ist, da es sich nur für das bisher übliche Schleifverfahren eignet, und zwar auch nur beim Heißschliff.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Enge-Verfahren den Weg zeigen werden, um auch aus Abfallholz nach dem Quetschverfahren einen hellen, weißen und zähen Stoff auf mechanischem Wege herzustellen. Es wird nur darauf ankommen, die Kochung oder Dämpfung entsprechend durchzuführen, um an Stelle des braunen Stoffes einen weißen zu erhalten. Ein besondrer Vorteil des neuen Stoffes ist die Zähigkeit der Faser, die durch die Kochverfahren erreicht wird und die vor allen Dingen durch die schonende Behandlung der Quetschverfahren nicht vermindert werden kann, wie das beim Schleifen leicht der Fall ist. [B 529]

RUNDSCHAU.

Lichttechnik.

Jahresversammlung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft in Jena 1924.

Die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft hielt im September 1924 in Jena ihre zwölfte Jahresversammlung ab. Wie der Vorsitzende, Dr.-Ing. L. Bloch, in seinem Jahresbericht hervorhob, hat die Gesellschaft die Schwierigkeiten der Zeit gut überstanden. Im Frühjahr veranstaltete die Gesellschaft in Leipzig gemeinsam mit dem dortigen Technischen Vorlesungswesen eine Vortragsreihe über Lichtbildtechnik. Die von der Gesellschaft eingesetzten Ausschüsse haben Leitsätze für die Beleuchtung von Fabriken und andern gewerblichen Arbeitstätten sowie Leitsätze für die Bewertung von Scheinwerfern aufgestellt. Ferner standen Normen für Licht, Lampen und Beleuchtung zur Erörterung.

Als wichtigste weitere Aufgabe der Gesellschaft bezeichnete der Vorsitzende das Wirken dafür, daß Sinn und Verständnis für gute Beleuchtung in den weitesten Kreisen unsers Volkes geweckt und gepflegt wird. Die Gesellschaft wird gemeinsam mit der Lichtindustrie dafür Sorge tragen müssen, daß ihr Ziel: überall bestes Licht, möglichst bald und vollkommen erreicht wird.

Den ersten Vortrag hielt Prof. Dr. Pulfrich, Jena, über sein neues Photometer. Bei der Ausbildung dieses Photometers leitete ihn das Ziel, die Ostwaldsche Graureihe durch eine optische Einrichzu ersetzen, um dadurch im Vergleichfelde genau definierte Helligkeitsunterschiede erzeugen zu können. Die Lösung wurde durch die Anwendung der Aubertschen Blende gefunden. Diese Blende wird von zwei sich teilweise überdeckenden Metallstreifen gebildet, die an ihren Enden rechtwinklige Ausschnitte haben. Verschiebt man die Metallstreifen in ihrer Längsrichtung gegeneinander, so entstehen aus den beiden Dreiecken Quadrate, deren Öffnung durch den Grad der Verschiebung der Metallstreifen gegeneinander bestimmt ist. Die Blendenöffnung liefert dann in der Beobachtungspupille die äquivalente Leuchtfläche des betrachteten beleuchteten Gegenstandes oder der Vergleichslichtquelle. Dem Vierordtschen Doppelspalt ist die Aubertsche Blende ganz erheblich überlegen.

Die Gestaltung des Photometers selbst ist sehr einfach. Es besteht aus einer Lupe in einer ausziehbaren Röhre, mit der man auf die gemeinsame Kathete von zwei ineinander greifenden total reflektierenden rechtwinkligen Prismen blickt. Dem Doppelprisma sind zwei rechtwinklige Reflexionsprismen an den oberen Enden von zwei parallelen, mit Objektivlinsen versehenen Rohren gegenübergestellt, unter deren Enden sich die miteinander zu vergleichenden zerstreut reflektierenden Flächen befinden, z. B. eine Magnesiumkarbonatfläche und eine Fläche, deren Graugrad bestimmt werden soll. Werden die beiden Flächen in gleicher Weise beleuchtet, so wird der Unterschied in der Flächenhelle den Graugrad der einen Fläche in bezug auf die andre genau angeben, wenn man durch Verengung der Aubertschen Blende in dem einen Rohre, das über der Magnesiumkarbonatfläche steht, die Helligkeitsunterschiede der in der Pupille dicht nebeneinander liegenden Felder ausgleicht und dann die Größe der Blendenöffnung abliest. Das Helligkeitsverhältnis der beiden äquivalenten Leuchtflächen ist dem Verhältnisse der Blendenöffnungen in den beiden Rohren umgekehrt proportional und gibt unmittelbar den Graugehalt der einen Fläche in bezug auf die Normalfläche.

Dieses neue Pulfrichsche Photometer bietet die verschiedensten Anwendungsmöglichkeiten. Außer als Schwärzungsmesser ist es auch sofort als Kolorimeter verwendbar; die Blendenöffnung gibt dann unmittelbar den Farbgehalt einer Lösung in bezug auf eine Normallösung oder den Farbgehalt eines Pigmentanstriches in bezug auf eine Normalfläche. Sehr wichtig ist dann noch seine Anwendung als Trübungsmesser für Flüssigkeiten. Die beiden Rohre tauchen hierbei gleichzeitig in eine von der Seite her beleuchtete Küvette, in der sich die Flüssigkeit unter jedem Rohre in einer verschieden starken Schicht befindet.

Der zweite Vortrag von Dr. G. Schott, Jena, befaßte sich mit der Herstellung und den Eigenschaften lichtstreuender Gläser. Da die Leuchtdichte (Flächenhelle) sämtlicher Lichtquellen unserer Tage viel zu hoch ist, um unmittelbar von unserm Auge ertragen werden zu können, müssen sie mit lichtstreuenden Hüllen versehen sein, die die Leuchtdichte auf ein erträgliches Maß herabsetzen, ohne daß doch zugleich die unvermeidlichen Absorptionsverluste den Fortschritt in der Wirtschaftlichkeit der Lichterzeugung wieder vollständig zunichte machen. Der Vortragende kennzeichnete die Bedingungen, denen ein für Beleuchtungszwecke geeignetes Glas genügen muß, und zeigte die Mittel für die Herstellung solcher Gläser. Die durch Ätzen oder Behandlung mit dem Sandstrahlgebläse mattierten durchsichtigen Gläser erfüllen die an ein Beleuchtungsglas zu stellenden Anforderungen keinesfalls. Die Lichtzerstreuung ist viel zu gering, als daß die Leuchtdichte der Lichtquelle bis auf die Blendungsgrenze herabgemindert werden könnte, und dabei sind die Absorptionsverluste doch sehr beträchtlich. Bei sandmattiertem Glase gehen sie beispielsweise bis auf 11,2 vH hinauf.

Für die Beleuchtungsindustrie spielen die mattierten Gläser deshalb in der Gegenwart auch nur eine ganz untergeordnete Rolle. Ungleich größer dagegen ist die Bedeutung der in ihrem ganzen Maße getrübten Gläser, der sog. Alabaster-, Opal- oder Milchgläser, bei denen durch Kristallisation oder Entmischung zweier, bei niedriger Temperatur ineinander unlöslicher Gläser ein optisch inhomogener Stoff entsteht.

Die zuerst bekannt gewordenen Alabastergläser, die ein stark en glastes Erzeugnis darstellen, bei dem unzählige Kristalle und Kristal aggregate in einem an und für sich klaren Glase enthalten sind, hab wegen der Schwierigkeit, gleichmäßige Erzeugnisse zu erhalten, heu eine nur noch untergeordnete technische Bedeutung. Durch Zusa von Zinnoxyd, Kalziumphosphat und Kryolith u. a. m. zur Glasschmel hat man es weit besser in der Hand, ein Trübwerden der Schmelze z erhalten.

Die in der Praxis am meisten verwendeten Gläser sind durch Fluo präparate oder Phosphate getrübt. Bei diesem bilden sich während d Erkaltens des bei hoher Temperatur im Ofen klaren Glases kleine Al scheidungen, meist in Tröpfchenform, die infolge einer anderen Brec kraft, als sie das umgebende Glas aufweist, eine Trübung verursache Es muß aber besonders hervorgehoben werden, daß es durchaus nic einfach ist, ein gutes, getrübtes Glas zu erzeugen, und daß die Schwi rigkeiten noch größer werden, wenn die Abscheidung des Trübung mittels planmäßig gelenkt werden soll, damit im Hinblick auf die opt schen Eigenschaften des Milchglases die Größe der sich ausscheidende Kügelchen innerhalb bestimmter Grenzen liegt.

Es sind nun drei Hauptarten von Trübungen, nämlich Brechungs Reflexions- und Beugungstrübungen zu unterscheiden, die allerding meist gleichzeitig zusammenwirken. Bei der Brechungs- wie bei d Reflexionstrübung wird das auffallende Licht bei jeder einzelne Brechung bzw. Reflexion chromatisch zerlegt. Ist aber der Unterschie der Brechungszahlen von den stark zerstreuten Einbettungen un dem Einbettungsmittel groß, so wird der Einfluß der gesamten Reflexio überwiegen und die Farbenzerlegung wird überdeckt; es kommt dan eine im wesentlichen weiße Trübung zustande. Nimmt die Teilchengröß der Einbettungen so stark ab, daß sie in das Gebiet der Welle längen des Lichtes kommen, so verlieren die einfachen Brechungs- un Spiegelungsgesetze ihre Gültigkeit, und die Erscheinungen der Be gung treten besonders stark hervor. Der Höchstwert der Trübung lieg da, wo Brechungs- und Reflexionstrübung groß sind und auch die Be gungstrübung einen hohen Wert hat.

Eine wichtige Rolle spielt dann bei Beleuchtungsgläsern noch di Absorption des Lichtes; weniger die selektive Absorption, die die Farb des Mediums bedingt, als die Absorption, die bei allen trüben Medie vorwiegend bei hoch zerstreuenden Glasarten auftritt und sich a Opaleszenz bemerkbar macht. In der Durchsicht erscheinen opaleszi rende Stoffe meist gelbrötlich, in der Aufsicht violettblau.

Im allgemeinen wird von einem in der Beleuchtungspraxis verwen deten getrübten Glase, also einem Milchglas, zu verlangen sein, daß e bei guter Streuung ein nur geringes Absorptionsvermögen aufweist. Z seiner Erzeugung ist erforderlich, daß ein guter Unterschied d Brechungszahlen des dispersen Systemes und des Einbettung mittels vorhanden ist. Soll das Milchglas als massives Glas von etw 2 mm Dicke verwandt werden, so sollen verhältnismäßig wenige ab große Ausscheidungen vorhanden sein; soll es dagegen als dünnes Übe fangglas in Verbindung mit einem Überfangglase Verwendung finde so muß man bestrebt sein, sehr viele Ausscheidungen von mittlerer Größ auf einen kleinen Raum verteilt zu erhalten. Im allgemeinen soll di Größe der Ausscheidungen nicht unterhalb 0,4 bis 0,8 μ liegen.

Nach zahlreichen Laboratoriumsversuchen ist es nun dem Vortrage den gelungen, ein Phosphat-Überfangmilchglas (a) zu erhalten, das i folge verhältnismäßig weniger aber großer Ausscheidungen das Lich durch Brechung gut zerstreut, und das bei genügender Dünnheit de Faden einer Glühlampe nicht rötlich, sondern in seiner natürlichen Farb zeigt. Die Lichtabsorption ist gering. Die Lichtverluste betragen nac Messungen des Vortragenden bei Klarglas 5,5 vH; bei sandmattierte Glase 11,2 vH; bei Überfang a (dünn) 9,3 vH; bei Überfang a (dick) 11, vH; bei Überfang b 27,0 vH; bei massivem Jenaer Milchglas 19,5 vH un bei Petersglas 25,2 vH.

Diese Zahlen sind sehr beträchtlich, denn sie zeigen, daß selbst b den dichtesten Milchgläsern die Lichtverluste durch Absorption auf ei sehr bescheidenes Maß herabgedrückt worden sind, bei Überfangglas auf nur 4 bis 6 vH mehr als bei Klarglas, und daß trotzdem di Trübung ausreichend ist, um Blendung zu verhüten. Zum Schluss schlägt der Vortragende vor, den Nutzeffekt eines Beleuchtungsglase durch die Beziehung:

$$\text{Nutzeffekt} = \frac{\text{Streuvermögen}}{\text{Absorption}}$$

auszudrücken. Für den Praktiker wäre es dann ein Leichtes, festzu stellen, ob das ihm zur Verfügung stehende Glas, das z. B. die von ih gewünschte Lichtzerstreuung aufweist, auch die größtmögliche Wir schaftlichkeit aufweist.

In innerem Zusammenhange mit diesem Vortrage standen die Au einandersetzungen von Dr. Hartinger über ein einfaches Ver fahren zur Messung der Leuchtdichte. Für die Bewe tung eines Beleuchtungsglases ist es hauptsächlich von Bedeutung auf welches Maß die Leuchtdichte der Lichtquellen durch das Gla herabgesetzt werden kann. Das unmittelbare Verfahren zur Ermitt lung der Leuchtdichte, indem man eine Flächen- und eine Lichtstärken messung vornimmt, ist durchaus nicht einfach und außerdem nicht mi großer Genauigkeit durchführbar; in den meisten Fällen liefert es über haupt nur Durchschnittswerte. Bei Beleuchtungsgläsern muß aber un bedingt festgestellt werden, ob die Leuchtdichte wirklich an jeder Stell der Glocke oder Schale unterhalb der Blendungsgrenze bleibt; denn e kann sehr wohl der Mittelwert der Leuchtdichte einer Glocke sehr klei sein, und doch kann an einzelnen Stellen, wo der Leuchtfaden sicht

ar wird, die Leuchtdichte weit über der Blendungsgrenze liegen,) daß die ganze Leuchte unbrauchbar wird. Durch das Verfahren on Dr. Hartinger wird es ermöglicht, bei gleichmäßig hellen Leuch- n den Mittelwert der Leuchtdichte, bei Lichtquellen mit örtlich eränderlicher Helligkeit die Leuchtdichte von Ort zu Ort zu bestimmen.

Im ersten Falle bildet man die Lichtquelle mit Hilfe einer positiven inse auf dem Photometerschirm ab und bestimmt die Licht- ärke J. Die ganze Öffnungsfläche der abbildenden positiven Linse ann nach einem Abbeschen Satz als gleichmäßig strahlende Lichtquelle etrachtet werden, wobei dieser Öffnung die gleiche Leuchtdichte zu- ommt wie der eigentlichen Lichtquelle selbst. Hat die Öffnung die läche F, so ist die gesamte Leuchtdichte $= \frac{J}{F}$.

Wenn es sich aber um Lichtquellen mit örtlich veränderlicher Leucht- ichte handelt, so muß man in den verschieden hellen Stellen des stark ergrößerten, reellen Bildes photometrieren und jede einzelne gefundene ichtstärke durch die Fläche der Öffnung der abbildenden Linse divi- ieren. Auf diese Weise findet man die Leuchtdichte jeder beliebigen telle der Lichtquelle. Man kann für diesen Fall die optische Ein- chtung auch so treffen, daß man die Lichtquelle zunächst mittels einer ositiven Linse, eines sogenannten Kondensorsystems, in vergrößertem aßstab in eine zweite positive Linse abbildet und mit dieser dann ein elles Bild des gleichmäßig beleuchteten Kondensors entwirft. Auf ieser zweiten positiven Linse, der sogenannten Projektionslinse, wird an dann mit Hilfe einer Blende das ganze Lichtquellenbild abdecken is auf die Stelle, deren Leuchtdichte bestimmt werden soll. Der Photo- eterschirm wird in das reelle Bild der Kondensoröffnung gebracht und ie Lichtstärke J bestimmt. Die herausgeblendete Stelle des Licht- uellenbildes strahlt dann mit derselben Leuchtdichte wie die ent- prechende Stelle der Lichtquelle selbst. Man hat also nur noch die läche F der Blendenöffnung zu messen und erhält die gesuchte Leucht- chte zu $\frac{J}{F}$. Die Absorptionsverluste in den Linsen müssen natürlich ntweder durch Versuche ermittelt oder berechnet werden.

Gleichfalls in engem Zusammenhange mit dem Vortrage von r. G. Schott stand auch der Vortrag von Dr. L. Bloch über ein infaches Verfahren zur Untersuchung und Kenn- eichnung der Eigenschaften lichtzerstreuender ittel.

Die Anwendung lichtzerstreuender Mittel hat immer größere Be- eutung gewonnen, weil die Leuchtdichte unserer heute meist gebräuch- chen Lichtquellen, d. i. ihre Lichtstärke im Vergleich zu ihrer licht- sstrahlenden Fläche mehr und mehr zugenommen hat. Zur Feststellung es Einflusses, den die verschiedenen lichtzerstreuenden Mittel auf die erabsetzung der Leuchtdichte ausüben können, sind möglichst einfache erfahren erwünscht. Die bisher hierfür benutzten Verfahren sind zur ollständigen Kennzeichnung entweder nicht ausreichend oder zu um- ändlich im Gebrauch. Das Streuvermögen allein genügt beispielsweise cht zur Kennzeichnung der Lichtzerstreuung. Man hat vielmehr regel- äßig zwischen gerichteter und zerstreuter Durchlassung und Rück- rahlung der lichtzerstreuenden Mittel zu unterscheiden. Ein von dem ortragenden vor einigen Jahren zur Ermittlung der hier in Frage ommenden Größen ausgebildetes Verfahren hat sich zwar für den La- oratoriumsbedarf gut bewährt; indessen hat sich doch noch ein Be- irfnis nach einem einfacheren Verfahren herausgestellt. Hierzu kann s von Dr. Hartinger beschriebene Verfahren zur Messung der Leucht- chte benutzt werden, wenn es sinngemäß auf die Untersuchung des influsses lichtzerstreuender Mittel übertragen wird. In diesem Falle ird das Bild einer mit lichtzerstreuender Glocke oder Reflektor ver- henen Lichtquelle mittels einer Projektionslinse auf einen Schirm ge- orfen. Die auf dem Schirm erhaltenen Beleuchtungsstärken werden it einem Beleuchtungsmesser auf einer Reihe von Punkten gemessen; ierfür hat sich der auf einem Photometerwagen leicht anzubringende echsteinsche Luxmesser[1]) besonders gut bewährt. Alle essungsergebnisse können auf die mit der nackten Lichtquelle allein haltene Beleuchtungsstärke des Schirms bezogen werden, die bei eichbleibender Einstellung der Projektionslinse an der Stelle des Bil- es der Lichtquelle erhalten wird. Die gemessenen Werte lassen sich schaulich in Kurven auftragen und zeigen, wie die Leuchtdichte er die ganze Glocke oder über den Reflektor verteilt ist. Die Leucht- dichte ist hierbei jeweils der gemessenen Beleuchtung verhältnisgleich. Eine genauere Kennzeichnung erhält man durch zwei Zahlenwerte, wenn man die mittlere Leuchtdichte der ganzen Glocke aus dem Messungs- ergebnis ableitet. Das Verhältnis der mittleren Leuchtdichte zur höch- sten Leuchtdichte der Glocke einerseits und das Verhältnis der höch- sten Leuchtdichte mit Glocke zur höchsten Leuchtdichte ohne Glocke anderseits kennzeichnen jeweils die Eigenschaften des untersuchten lichtzerstreuenden Mittels.

Das beschriebene Meßverfahren wurde durch Untersuchungsergeb- nisse näher erläutert. Sie zeigten die Kurven der Leuchtdichte für ver- schieden stark mattierte Glühlampen und im Vergleich hierzu für die neu herausgebrachten Osram-Nitralampen mit Opalglocken. Bei diesen ist die höchste Leuchtdichte auf den zehnten Teil der bei normal mat- tierten Lampen üblichen herabgesetzt und eine nahezu vollständige Licht- zerstreuung erreicht.

Ebenso wie für die Untersuchung von Lampenglocken ist das Meß- verfahren auch für die Untersuchung der lichtzerstreuenden Wirkung der Reflektoren geeignet.

Prof. Dr. A. Köhler trug über die Anforderungen an die Lichtquellen für Mikrophotographie und Mikro- projektion vor.

Lichtquellen, die für den Lichtbildwerfer oder das Mikroskop bestimmt sind, müssen nach der allgemeinen Anschauung in erster Linie punktförmig sein und zweitens eine sehr hohe Leuchtstärke aufweisen. Das optische System des Mikroskops entwirft auf dem Projektionsschirm oder auf der Mattscheibe der mikrophotographischen Kammer ein ver- größertes Bild des Objekts. In vielen Fällen ist die Vergrößerung recht beträchtlich, sie kann mehrere Tausend betragen. Ist die Beleuchtungs- stärke in der Ebene, in der sich das Objekt befindet, E und bezeichnet N die Vergrößerung, so kann die Beleuchtungsstärke E am Ort des ver- größerten Bildes höchstens den Wert E/N^2 erreichen. Infolge von Licht- verlusten, die im Gegenstand selbst und in der abbildenden Anordnung eintreten, wird die Beleuchtungsstärke E sogar oft beträchtlich unter diesem oberen Grenzwert bleiben. Sie kann also unter Umständen auf einen Bruchteil eines Millionstels derjenigen Beleuchtungsstärke sinken, die in der Ebene des Gegenstandes herrscht. Diese muß dann, wenn das projizierte Bild ausreichend hell sein soll, auf Beträge gesteigert werden, wie sie sonst in der Beleuchtungstechnik wohl kaum je verlangt werden, und die mit Hilfe der Lichtquelle allein kaum zu verwirklichen sind. Es sind optische Hilfsmittel, insbesondere Kondensorlinsen und Kollek- toren erforderlich. Wendet man diese aber an, so entfällt die Bedin- gung für die Punktform der Lichtquelle und an ihre Stelle tritt die Forderung, daß die Lichtquelle eine kreisförmige Begrenzung haben und eine über ihre ganze Ausdehnungsmöglichkeit gleiche und zugleich möglichst hohe Leuchtdichte (Flächenhelle) aufweisen soll. Diese Be- dingungen können durch einfache geometrisch-optische Betrachtungen abgeleitet werden. — Zum Schlusse sprach der Vortragende die Hoff- nung aus, daß die zahlreichen Fortschritte, die in der letzten Zeit auf dem Gebiete der Leuchttechnik gemacht worden sind, auch dem hier besprochenen kleinen, aber in vieler Hinsicht für Wissenschaft und Praxis wichtigen Zweige zugute kommen mögen.

Den Schluß der Tagesordnung bildete die Vorführung eines neuen Beleuchtungsmessers der Osram-Gesellschaft durch Ingenieur Klose. Er beruht im wesentlichen auf denselben Grund- lagen wie der schon seit einigen Jahren eingeführte Bechsteinsche Lux- messer, begnügt sich aber mit etwas geringerer Genauigkeit und ist in seinem Aufbau wesentlich einfacher und billiger. Er soll auch weni- ger geschulte Kräfte in den Stand setzen, die großen Unterschiede zwischen der erforderlichen guten und der leider nur zu häufig vor- kommenden schlechten Beleuchtung zahlenmäßig nachzuweisen.

Am folgenden Tage wurden das Glaswerk von Schott & Ge- nossen sowie die Ausstellungs- und Vorführungsräume von Carl Zeiß besichtigt. Besonders fesselnd war hier die Vorführung des neuen Stereoplanigraphen zur Aufzeichnung von Landkarten auf Grund von Fliegeraufnahmen[2]). Die größte Bewunderung aller Teil- nehmer erregte das zum Schluß vorgeführte Zeiß-Planetarium[3]), das demnächst im Deutschen Museum in München zur Aufstellung ge- langt. Seine Vorführung bildete einen sehr wirkungsvollen Abschluß des technischen Teiles der Tagung. [N 938]

[1]) Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 1271.

[2]) s. Z. Bd. 67 (1923) S. 893 u. f.

[3]) s. Z. Bd. 68 (1924) S. 793.

Aus dem Ausland.

Verbrennungskraftmaschinen.

Neue Zweitakt-Dieselmaschine.

Über eine in den Buffalowerken der Worthington Pump and Machi- ery Corporation erbaute doppeltwirkende Zweitakt-Dieselmaschine wird der Zeitschrift „Power" vom 16. September 1924 berichtet. Diese Groß- maschine, Abb. 1, zeigt einige bemerkenswerte Einzelheiten; sie ist s Einzylindermaschine ausgeführt und soll mit 685 mm Zyl.-Dmr. und 16 mm Hub bei 90 bis 120 Uml./min 600 bis 800 PS liefern. Die Maschine ll bis sechs Zylinder erhalten. Der Aufbau der Maschine umfaßt ein stenförmiges gußeisernes Untergestell, das die neuzeitliche gerade nienführung erkennen läßt. Es ist nach außen durch öldichte Türen d gegen den Zylinder durch eine besondere Wand mit Stopfbüchse geschlossen, so daß selbst bei undichter Zylinderstopfbüchse keine Ver- ennungsgase in die Kurbelkammer eindringen und kein Schmieröl in n Zylinder gelangen können. Auf dieses Untergestell baut sich, mit der Grundplatte unmittelbar durch vier Säulen verbunden, ein ringförmiger Körper auf, in den der Arbeitszylinder eingebettet ist und der nur die für die Spül- und Auspuffanschlüsse notwendigen Durchbrechungen ent- hält, so daß der Kraftfluß zwischen Zylinder und Grundplatte sehr günstig ist.

Beim Bau der Zylinderköpfe hat man die früheren Erfahrungen an Großölmaschinen verwertet. Ober- und Unterteil des Zylinders sind in der Art der stählernen Druckluftflaschen je aus einem Stück Stahl ge- zogen und an den ringförmigen Körper des Obergestells mittels eines herumgelegten Ringes a festgeschraubt. In die beiden Zylinderhälften sind gußeiserne Büchsen b eingezogen, die als Durchbrechungen nur die Schlitze für Einlaß c und Auslaß d aufweisen, und deren einander zugekehrte End- flächen mit dem ringförmigen Körper verbunden sind. Außen tragen Ober- und Unterteil des Zylinders dünne gußeiserne Mäntel e, die in den Ringen a stofbüchsenartig abgedichtet sind. Einsatzbüchsen und Kühlwassermäntel können den Ausdehnungen des Arbeitszylinders leicht

folgen. Oben trägt der Zylinder ein Brennstoffventil, unten sind zwei Brennstoffventile eingebaut, die in der üblichen Weise durch Nocken gesteuert werden und mit Lufteinspritzung arbeiten. Während das obere Ventil den gesamten Brennraum durch seinen Streukegel beschickt, spritzt man in den Unterteil tangential ein, um zu verhindern, daß der brennende Strahl die Kolbenstange trifft. Die Durchbildung der Zerstäuber der unteren Ventile weicht von jener des oberen Brennstoffventiles insofern ab, als dafür gesorgt ist, daß das Öl stets mit hoher Geschwindigkeit zugeführt wird, damit Aussetzer vermieden werden.

Der Kolben ist zweiteilig und so auf der Kolbenstange befestigt, daß sich seine Enden frei ausdehnen können. Seine Stirnflächen haben die üblichen Führungsflächen zum Ablenken der eintretenden Spülluft. Die Kühlung hat für Marinezwecke einen geschlossenen Wasserkreislauf, wobei auf Dichtheit sorgfältig geachtet wird, damit sich Schmieröl und Frischwasser nicht mischen.

Abb. 1. Zweitakt-Dieselmaschine der Worthington Pump and Machinery Corporation.

Beim Einregeln der Maschine auf niedrige Drehzahlen verändert man mit der Hand den Ventilhub. Zum Umsteuern auf Vorwärts- oder Rückwärtsgang dient ein durch Öldruck bewegter Kolben, der auf die äußere Steuerung der Maschine einwirkt. Die Spülluft für den Arbeitsvorgang liefert entweder die mit der Maschine unmittelbar gekuppelte Spülpumpe oder ein Turbogebläse. Bei der Versuchsmaschine fördert die Spülpumpe um die Hälfte mehr Spülluft, als dem Zylinderinhalt der Hauptmaschine entspricht. Sie verdichtet die Spül- und Ladeluft in zwei einfach wirkenden Zylindern in Tandembauart, soll aber auf Doppelwirkung umgebaut werden. Bei stehender Ausführung trägt die Spülpumpe die Niederdruckstufe des Einspritzluftverdichters, dessen Kolben auf der verlängerten Kolbenstange der Spülpumpe befestigt ist. Die übrigen drei Stufen sind auf der hinteren Stirnseite der Maschine angeordnet. Bei ortfesten Anlagen liegen Spülpumpe und Verdichter nebeneinander; sie werden dann von besondren Kurbeln angetrieben.

[M 823] Kurt Neumann.

Bergbau.

Die Bergbaumaschinen auf der Ausstellung in Wembley.

Die Bergbaumaschinen waren auf dieser Ausstellung eigentlich n wenig berücksichtigt, und während sonst alles ins Riesenhafte ging, wa der Umfang, den man den Bergbaumaschinen eingeräumt hatte, recht klei Nichtsdestoweniger konnte ein aufmerksamer Beobachter viel sehen un lernen, und wenn der Besichtigung der Ausstellung auch noch die B sichtigung einiger Kohlengruben der vielen Bergwerksunternehmunge des Landes nachfolgte, so konnte man sich wohl ein Bild des Bergbaue in England machen.

Beachtenswert für den Fachmann war ein einer ausgestellten kleine Bergwerkanlage angegliederter kleiner Pavillon mit Modellen von au geführten Bergbauanlagen und Modellen verschiedener Schrämmaschine Haspel, Schüttelrutschen, Sicherheitslampen, Bohrwerkzeuge und Gezäh Auch einige statistische Angaben waren für den Fachmann lehrreic

Ein Besuch einer Anzahl englischer Gruben ergab die Bestätigun des Bildes auf der Ausstellung, daß auf die Ausbildung der Obertag anlagen mit wenigen Ausnahmen nicht viel gegeben wird. Die Förde maschinen, heute noch vorwiegend mit Dampfantrieb, sind meist mög lichst primitiv, Sicherheitsgeräte und -vorrichtungen sind nicht viel vorhanden, und doch wird mit diesen Maschinen erstaunlich viel ge leistet, sehr schnell gefahren — bis 20 m/s und darüber — und komme verhältnismäßig wenig Unglücksfälle dank der großen Fachkenntnis de Bedienungspersonals vor.

Auch für die andern Obertaganlagen, wie Maschinenhalle, Schacht halle, Zechenhaus, Kanzleigebäude, Werkstätten, gibt der Englände nicht viel aus, sondern führt alles so einfach und billig wie nur irgen möglich aus, dagegen wird nicht gespart bei der Anschaffung von Ma schinen für die unmittelbare Kohlengewinnung. Unten in der Kohl finden wir die neuesten Bohrer, Schrämmaschinen, Schüttelrutschen, Ve ladebänder samt Verladern, Streckenvortriebmaschinen, Seilbahnen Haspel. Es kann ruhig behauptet werden, daß England, was zweck mäßige Anwendung von Maschinen in der Kohle betrifft, an der Spitz marschiert.

Am übersichtlichsten war der heutige Stand dieser Maschinen a den ausgestellten Erzeugnissen der Firma Mavor & Coulson Glasgow, zu ersehen. Von Neuerungen waren da außer verschiedene Schrämmaschinen der sogen. Universalbauart mit Luftturbinenmotor i allen Stärken von 15 bis 35 PS hauptsächlich Arbeitsmaschinen für elek trischen Antrieb zu sehen. Zweckmäßig und vorteilhaft ist es, daß dies Firma auch die vollständige elektrische Ausrüstung, wie Motor, Schalt kasten, allenfalls Anlasser und Transformator, selbst baut, und zwar, wen erforderlich oder vorgeschrieben, alles schlagwetterfest. Da in Englan Spannungen bis 500 V für derartige Antriebmotoren zulässig sind, finde wir fast durchweg Spannungen zwischen 440 und 500 V in Gebrauch ohne daß dabei die Zuleitungskabel zu dick werden oder an Biegsam keit verlieren.

Für den Antrieb der Elektromotoren steht meist Drehstrom zu Verfügung, nur ältere Anlagen haben von früher her Gleichstrom, un zwar verwendet man heute des einfachen Aufbaues und der größten Be triebsicherheit wegen Drehstrommotoren mit Kurzschlußanker, die al einfacher Käfiganker ausgeführt sind. Da die Arbeitsmaschinen leer an laufen, beträgt der Anlaufstrom, wie Versuche gezeigt haben, etwa de dreifachen Normalstrom. Die Kabelleitungen in den Strecken, sowei sie nicht beweglich sein müssen, werden als stahldrahtbewehrte Blei kabel ausgeführt, während das letzte biegsame Stück, das mittels eine gußeisernen, verriegelbaren, schlagwetterfesten Steckmuffe abzweigt aus gummiisolierten Kupferleitungen besteht, die außerdem noch gemein sam in einer sehr starken Gummiumkleidung liegen. Für diese Um mantelung, die keinerlei Schutz, weder aus Metall noch Gewebe be kommt, wird bestes Paragummi verwendet. Die sehr biegsamen Leitungen sollen sehr dauerhaft sein.

Auch von diesen Grubenkabeln waren Muster auf der Ausstellung zu sehen. Man konnte sich von der Biegsamkeit und Güte und vom Widerstand des Materials gegen das Schneiden mittels scharfen Messers entsprechend der Beschädigung durch Darauffallen von scharfem Gestein, überzeugen.

Die Kabel in den Querschlägen werden durchweg seitlich, etwa 1,2 bis 1,5 m hoch über der Sohle stark durchhängend geführt und nicht fest verlegt, sondern mittels Bindfaden, Draht oder besser Blechstreifen an starken Nägeln befestigt, die im Gestein oder Holzausbau eingeschlagen sind. Diese Art der Verlegung ist gewählt, damit das Kabel bei Verbrüchen der Strecke leicht nachgibt und nicht beschädigt wird oder gar reißt. Für sämtliche Verbindungs- oder Abzweigmuffen wird seitlich je ein kleines Fundament aus Ziegeln aufgebaut und darauf die Muffe auch seitlich und oben durch Ziegel geschützt aufgelegt. Es ist dadurch erreicht, daß die Muffen geschützt verlegt sind und daß man diese, ohne viel suchen zu müssen, findet und, da sie gut zugänglich sind, leicht öffnen und nachsehen kann. Auch dringt bei dieser Art der Muffenverlegung auch bei sehr nassen Gruben, nicht so leicht Wasser in die Muffen.

Über Schalteinrichtungen im Bergbau konnte man sich auf Grund einiger ausgestellter Beispiele sowie von Druckschriften und am besten bei Besichtigung einiger Gruben ein Bild machen. Hierbei kommt man zu dem Ergebnis, daß hier der Schaltkasten in seinen verschiedenen Ausführungen wohl mit Recht am meisten benutzt wird. Die Schaltkasten sind hier derart zweckmäßig ausgebildet, daß man heute für Spannungen bis 5000 V fast durchweg alle Verteilanlagen auf Gruben auch unter Tage aus Schaltkasten zusammensetzt. Die Schaltkasten werden mit leichtem Fuß hergestellt, die Schalter in gleicher Höhe mit rückwärtigen Sammelschienen, wenn vorgeschrieben, vollständig schlag-

ttersicher, mit Unterbrechung unter Öl bei Spannungen über 550 V, als ftschalter bei tieferen Spannungen. Die Kabel werden bei Grubenaltkasten meistens von oben zugeführt.

An einem ausgestellten schlagwettersicheren Transformator von)kVA für Grubenräume war zu sehen, daß auch hier druckfeste, miedeiserne Gehäuse mit seitlich eingewalzten Ölkühlrohren als das eckmäßigste gewählt wurden.

Während Bohrmaschinen für Druckluftbetrieb von mehreren Firmen allen erdenklichen Größen ausgestellt waren, haben Schrämmaschinen r Mavor & Coulson und die Diamond Coal Cutter Com-.ny, Limited, ausgestellt. Man bemerkt hier wohl das erstemal, 3 die Firmen den Bau von Kolbenmaschinen ganz aufgegeben haben d vollständig auf den Umlauf-Luftmotor oder Turbinenmotor, wie er r genannt wird, übergegangen sind. Diese Bauart ist eigentlich hts Neues, nur konnte man bis vor kurzem diese Laufräder nicht genau aug herstellen. Erst die richtige Wahl des Werkstoffes und Anndung von Präzisionsschleifmaschinen ermöglichten die Herstellung ser Umlaufmaschine, und zwar heute schon mit geringerem Luftveruch als die der Kolbenmaschinen. Auch der ganze übrige Aufbau er Schrämmaschine mit Antrieb durch diesen Luftmotor ist wesentlich facher und dabei robuster, daher für den rauhen Bergwerksbetrieb eigneter. Diese Schrämmaschinen werden mit Stange, Kette oder d ausgeführt und entwickeln Leistungen von 25 bis 35 PS.

Das Neueste auf dem Gebiete der Schrämmaschinen, ist der von vor & Coulson hergestellte Arcwal Coal-Cutter, eine Streckentriebmaschine für Antrieb durch Umlaufmotor oder Elektromotor. se schwere Schrämmaschine ist auf 4 Rädern aufgebaut und läuft Schienen durch eigene Kraft, die schwenkbare Kette unterschrämmt Gestein oder die Kohle bei der Herstellung neuer Strecken. Wie n sich durch Vermittlung der Firma in Gruben überzeugen konnte, es möglich, in einer Schicht 10 bis 12 nicht zu weit von einander geene Strecken zu unterschrämmen, wobei die Maschine für die Benung zwei Mann erfordert.

Alle diese verschiedenen Schrämmaschinen waren in Wembley, auch elektrischen Antrieb gebaut, ausgestellt, und zwar werden, wie aus Ausweisen der Firmen hervorgeht, heute schon überwiegend rämmaschinen für elektrischen Antrieb bestellt, und zwar wieder ist für Drehstrom von 440 bis 500 V.

Auch Einrichtungen zur Beförderung unter Tage waren in Wembley Stande von Mavor & Coulson zu sehen, und zwar Schüttelrutschenagen mit Elektromotorantrieb, weiter eine Bandförderanlage für rd. m Förderlänge für Antrieb durch Umlauf-Luftmotor oder Drehstromtor und endlich eine Art Kratzband-Verlader, mit dem die Kohle von n niedrig austragenden Konveyor oder Bandförderer auf die Höhe der benhunde gehoben wird. Auch diese Verladeeinrichtung soll durch lauf-Luftmotor oder Elektromotor angetrieben werden.

Die Besichtigung einiger Gruben hat gezeigt, daß Förderanlagen er Tage reichlich verwendet werden.

In England macht sich das Bestreben geltend, die kostspielige ckluft in der Grube, wenn irgend möglich, durch den viel billigeren ktrischen Strom zu ersetzen, die Behörden haben hier das größte gegenkommen gezeigt, indem sie für alle beweglichen Motoren Spangen bis 500 V in der Grube zulassen.

Man findet heute schon Gruben, die unter Tage überhaupt keine ckluft mehr haben, sondern alles elektrisch antreiben und dabei die ten Erfahrungen und große Ersparungen am Kraftbedarf für 1 t gelerter Kohle machen.

Während auf der Ausstellung auch noch alle möglichen Arten, zum l allerdings nur im Bild, von elektrisch angetriebenen, meist sehr rängten Grubenhaspeln und Seilbahnantriebmaschinen zu sehen en, suchte man vergebens auf allen Ständen, die Bergbaumaschinen gestellt hatten, Grubenlokomotiven. Nach langem Suchen fand man nach unsern Begriffen schon sehr kleine Akkumulatorenlokomotive. 24zellige Batterie für 48 V und normal 32 A hat einen Antriebmotor etwa 6,5 PS, die Lokomotive ist mit Rücksicht auf die in England st sehr niedrigen Strecken sehr niedrig, rd. 120 cm hoch, gehalten.

Ein Besuch verschiedener Gruben in den verschiedenen Revieren t, daß auch in Wirklichkeit in England keine Grubenlokomotiven in rieb sind. Die Förderung unter Tage erfolgt fast ausschließlich durch bahnen, und zwar meist mit Unterseil, der billigeren Ausführung, und vereinzelt mit Oberseil.

Die Seilbahnmaschinen werden fast durchweg elektrisch angetrie-, die Antriebstelle hat man möglichst nahe zum Schachte gerückt, den Elektromotor unter möglichst günstigen Bedingungen laufen assen.

Die Gründe, weshalb Lokomotiven in England in der Grube nicht Betrieb stehen, sind:

Die Strecken sind meist viel zu niedrig, um entsprechend der starken Förderung aus den einzelnen Abbauen genug starke Lokomotiven bauen zu können.

Lokomotiven müssen ständig ausgebessert und erhalten werden, jedenfalls viel mehr als eine einfache Seilbahn mit Unterseil in der englischen Ausführung.

Da in den englischen Gruben nur aus wenigen Abbauen, aber sehr stark gefördert wird, sind die Seilbahnen ständig günstig belastet, und da außerdem Elektromotorenantrieb vorhanden, ergibt sich außer geringeren Anschaffungskosten auch ein wirtschaftlicherer Betrieb.

4. Auch die Schienenanlage braucht beim Seilbahnbetrieb nicht so sorgfältig angelegt zu sein wie bei Verwendung der heutigen schweren Grubenlokomotiven.

Eine beleuchtungstechnische Neuheit war eine explosionssichere Grubenlampe in der Größe einer normalen Glühlicht-Kabelarmatur für Gruben, die aber nicht an ein Lichtnetz, sondern an Druckluft angeschlossen wird. Bisweilen wird an einzelnen Stellen unmittelbar im Abbau, für die Bedienung von verschiedenen Maschinen, Steuereinrichtungen usw. stärkere Beleuchtung zweckmäßig sein, als dies durch tragbare Grubensicherheitslampen möglich ist; hier kann diese Lampe mit Vorteil benutzt werden. Diese Lampen werden von der Firma The M-L Magneto Synd. Ltd., Victoria Works, Conventry gebaut. Die Lampe enthält auf senkrechter Welle ein Luftturbinenlaufrad und darunter auf gleicher Welle ein Magnetrad aus permanenten Magneten, ein eingebauter Sicherheitsregler begrenzt die Umlaufzahl. Das Schutzglas steht während des Betriebes unter einem kleinen Überdruck; falls es beschädigt wird, schaltet eine Membran die Lichtmaschine kurz. Diese Armaturen werden für 24 oder 36 W entsprechend Glühlampen von 32 bzw. 50 Kerzen gebaut, also Lichtstärken, bei denen man gut arbeiten kann. [N 864]

M.-Ostrau. Dipl.-Ing. Fr. Koneczny.

Verschiedenes.

Bruno V. Nordberg †.

Am 30. Oktober 1924 starb in Milwaukee Bruno V. Nordberg, der Gründer und Präsident der Nordberg Mfg. Co., im Alter von 67 Jahren. In Finnland geboren, absolvierte er seine Studien auf der Universität Helsingfors. Der Drang nach Freiheit und Schaffen bewog ihn, seine vom Russentum bedrängte Heimat zu verlassen, und mit 25 Jahren wanderte er nach den Vereinigten Staaten aus.

Als Tagelöhner auf einem Hochofenwerk begann er drüben ein neues Leben. Bald fand er bei E. P. Allis in Milwaukee ein Feld, auf dem er sich als gestaltender Ingenieur betätigen konnte. Fördermaschinen und Zweifach-Expansionserzstampfen in den Kupfergruben des oberen Seebezirkes zeugen noch heute von seinem damaligen Schaffen. Im Jahre 1890 gründete er die Nordberg Mfg. in Milwaukee. Er begann mit dem Bau von Regulatoren, doch das Vertrauen, das er damals schon bei den Bergwerken genoß, ermöglichte es ihm, auch Pumpen, Kompressoren und Dampfmaschinen in seinen Arbeitsbereich einzuziehen.

Großes Aufsehen erregte Ende der 90er Jahre die Vierfach-Expansions-Wasserwerkpumpanlage der Stadt Wildwood Pa. über deren Weltrekord im Wärmeverbrauch Thurston im Dezember 1899 in seinem Vortrag: „The Steam Engine at the End of the Nineteenth Century" berichtete. Rd. 21 vH der Dampfwärme wurden in Pumpenarbeit umgesetzt. Diesen Erfolg erreichte Nordberg hauptsächlich durch die Anwendung des Regenerationsverfahrens. Dieses bestand darin, daß aus den einzelnen Aufnehmern für die Beheizung des Speisewassers Dampf abgezapft wurde. Merkwürdigerweise geriet dieses Verfahren in Vergessenheit und erst in allerjüngster Zeit zog es im Zusammenhang mit Hochdruckdampfturbinen die Aufmerksamkeit der Ingenieure wieder auf sich. Um das Jahr 1910 schuf Nordberg die bekannte 7000 PS-Druckluftkraftanlage für die Anaconda Copper Mining Co. in Butte, Montana. Nordbergs Weitblick erkannte frühzeitig die Bedeutung der Dieselmaschine, und die Nordberg Mfg. Co. war eine der ersten amerikanischen Maschinenfabriken, die den Bau von Dieselmaschinen aufnahm. Die größte Dieselmaschine in Amerika, die größte Fördermaschine und neuerdings auch die größte Gleichstromdampfmaschine entsprangen Nordbergs nie rastendem schöpferischem Geiste.

Im Jahre 1923 wurde ihm von der Universität des Staates Michigan in Anerkennung seiner Verdienste die Würde eines Ehrendoktors verliehen.

Großzügigkeit im Entwurf, künstlerische Gestaltung und meisterhafte Beherrschung der Einzelheiten sind die Kennzeichen der Werke Nordbergs. Er war ein aufrichtiger Verehrer deutscher Technik und Wissenschaft. In ihr suchte und fand er die Anregungen zu seinem Schaffen. Schwer litt er seelisch unter dem Krieg und verschmähte den Gewinn, der ihm aus der Lieferung von Kriegsgerät winkte. Ein heller Lichtblick in den schweren Leidensstunden seiner letzten Lebensjahre war ihm die wiedergewonnene Freiheit Finnlands, und in tief gefühlter Dankbarkeit gedachte er der deutschen Kämpfer, die seinem Vaterland zur neuen Freiheit verholfen haben. [N 908] P. L.

Das Quecksilberdampf-Verfahren.

Berichtigung. In dem Bericht Z. Bd. 68 (1924) S. 834, ist r. Sp. Z. 10 angegeben, daß, bezogen auf 1 °C, der Temperaturabfall 376 kcal/m²h der Kondensation des Quecksilberdampfes betrage. Diese Zahl muß 3760 kcal/m²h heißen. [N 920]

Elektrisch betriebener Drehkran für Lokomotivbekohlung.

Berichtigung. Die in den auf S. 1205 beschriebenen Kran eingebaute Seilzugwage ist von der Firma Albert Eßmann & Co., Altona-Ottensen, hergestellt. [N 919]

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. Abteilung Sortiment, bezogen werden.

Lehrbuch der Technischen Physik. Von H. Lorenz. 1. Bd. 2. Aufl. Berlin 1924, Julius Springer, 390 S. m. 295 Abb. Preis geb. Gm. 18.

Es ist gewiß bemerkenswert, daß in den letzten Jahren eine größere Anzahl von Lehrbüchern der technischen Mechanik neu oder wenigstens in neuer Form erschienen ist. Es darf dies wohl als ein Zeichen dafür angesehen werden, daß nicht nur das Interesse, sondern auch das Bedürfnis für diese Grundlagen des technischen Wissens stetig zunimmt.

Dazu kommt, daß im Mechanikstudium immer noch eine gewisse Schwierigkeit in der Auffassung und Anwendung einiger allgemeiner Grundsätze besteht, und es ist daher nicht leicht, eine Darstellung zu finden, die Genauigkeit mit Anschaulichkeit verbindet. Gegenüber der ersten Auflage ist der Verfasser in dem neuen Buche diesem Bedürfnis nach Anschaulichkeit auch durch eine sehr große Zahl gut gewählter Beispiele nachgekommen. Dabei ist aber die Eigenart, die seine sämtlichen Arbeiten kenntlich macht, erhalten geblieben, nämlich die folgerichtige, fast immer rein mathematisch durchgeführte Ableitung mechanischer Erkenntnisse aus scharf und möglichst allgemein formulierten Grundannahmen.

Der vorliegende erste Band enthält lediglich die Mechanik ebener starrer Gebilde. Die Behandlung, getrennt von den räumlichen Gebilden, wird begründet durch die größere Einfachheit des Aufbaues und die technische Wichtigkeit der ebenen Probleme. Nebenbei kann man dabei auch ohne Vektorrechnung auskommen, deren Kenntnis freilich heutzutage wohl überall vorausgesetzt werden darf. Für die Anordnung des Stoffes ist die Voranstellung der Bewegungslehre kennzeichnend, der dann erst die Statik ebener Gebilde und schließlich die Dynamik starrer Systeme folgt.

Sehr eingehend ist die Schwingungslehre behandelt. Die einheitliche Entwicklung der erzwungenen Schwingungen aus einer Differentialgleichung vierter Ordnung befriedigt entschieden mehr als die sonst übliche Darstellung der ersten Auflage. Leider sind mehrgliedrige Schwingungsanordnungen, die bei Drehschwingungen von mehrkurbeligen Motorwellen praktische Bedeutung haben, nicht aufgenommen. Auch die Kinematik scheint in der neuen Auflage noch immer etwas zu kurz gekommen zu sein; es fehlen z. B. die graphische Ermittlung von Krümmungsmittelpunkten, Geschwindigkeits- und Beschleunigungspläne usw.

Bei der Behandlung der Statik, wobei auch die wichtigsten Sätze der graphischen Statik erfaßt werden, ist von vornherein die Reibung in Rechnung gezogen, was die für Ingenieure meist unhaltbare Unterscheidung zwischen reibungslosen und praktischen Aufgaben erledigt. Der neue Abschnitt über Erddruck usw. ist als erste Einführung in einer hauptsächlich für Maschineningenieure bestimmten Mechanik recht dankenswert.

Besonders kritisch pflegt man heute die Kapitel über grundsätzliche Begriffe wie Kraft, Masse usw. zu betrachten. Hier hält sich der Verfasser bei aller Genauigkeit der Auffassung von übermäßiger Haarspalterei fern, die auch in einem für technische Kreise bestimmten Buch eigenartig berühren würde. Neben der scharfen Begriffbildung, die namentlich durch die mathematische Erfassung gewährleistet wird, tritt allerdings die Anschaulichkeit der Darstellung etwas in den Hintergrund. Daß weiter auch hier wieder im Anschluß an einen einfachen Schwingungsversuch die Kraft als „Bewegungsursache" definiert wird, könnte als überlieferter Gemeinplatz angesehen werden, wenn der Verfasser nicht gleich dafür Sorge getragen hätte, den Kraftbegriff weiter auszubauen und die Raum-, Gewicht- und Flächenkräfte noch besonders zu erklären. Das Kräfteparallogramm als Grundlage der Statik wird aber auch aus der Massenbeschleunigungsgrundlage des Kraftbegriffes abgeleitet; der Naviersche Beweis dieses sonst stets als Axiom eingeführten Satzes setzt im Grunde doch wieder den vektoriellen Charakter der Kraft voraus und hätte daher wohl fortbleiben können.

Außer dem in seiner großen Bedeutung gebührend gewürdigten Energiesatz wird von den sonstigen sogenannten „Prinzipien der Mechanik" keines benutzt, was bei einem für technische Kreise — wenn auch in weitestem Sinne — bestimmten Buch vielleicht verständlich erscheint. Erfreulich ist die Besprechung der Lagrangeschen Gleichungen zweiter Art, wenn diese auch etwas kurz behandelt, in ihrer großen Brauchbarkeit (auch für technische Probleme) nicht ganz zu ihrem Rechte kommen. Dafür sind aber wieder einige Sonderprobleme der Dynamik mit großer Sorgfalt durchgeführt worden. Erwähnt seien von diesen das Doppelpendel, die kritischen Drehzahlen umlaufender Wellen und die federnd gelagerte wie zwangsweise geführte Scheibe.

Daß der Verfasser der „Dynamik des Kurbelgetriebes" gerade diesen Gegenstand (Schwungradberechnung) etwas kurz behandelt hat, möchte man bedauern, besonders weil dabei neuere Methoden, wie die von Wittenbauer, nicht Erwähnung finden.

Es folgen die Kapitel „Scheibenbewegung mit Widerständen" (ausführliche und gute Darstellung der Fahrzeugbewegung), „Stoß fester Scheiben" (auf die physikalische Natur des Stoßvorganges wird bewußt nicht eingegangen) und zum Schluß ein anregendes Kapitel über „Seilbewegung und Schwingung".

Einer Äußerlichkeit des Buches muß noch gedacht werden, nämlich der zum Teil ungewohnt anmutenden Verdeutschung bzw. Kürzung bekannter mechanischer Ausdrücke, die mancher vielleicht zu weitgehend finden wird. Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß wir in dem Lorenzschen Buche eine Neuerscheinung von origineller Prägung und hervorragender Bedeutung besitzen. [E 783] A. Pröll.

Einflüsse auf Beton. Von A. Kleinlogel. Die chemischen, mech nischen und sonstigen Einflüsse von Säuren, Laugen, Ölen, Dämpf Wässern, Erden, Lagergütern und dergleichen auf Mörtel und Bet sowie die Maßnahmen zur Verringerung und Verhütung dieser E flüsse, Berlin 1924, Wilhelm Ernst & Sohn. 331 S. Preis geh. Gm. 13, geb. Gm. 15.

Die Änderungen, welche der Beton unter chemischen Einwirkung erfahren kann, sind mannigfaltig. Sie werden besonders wichtig, we es sich um Vorgänge handelt, die eine Verminderung der Widersta fähigkeit des Betons herbeiführen. Unter praktischen Verhältniss wird die sachmäßige Beurteilung der voraussichtlichen Wirkung sch licher Stoffe nicht selten recht schwierig; dazu kommt, daß die Kost der etwaigen Abwehrmaßnahmen von erheblicher wirtschaftlicher I deutung sind. Zur Lösung solcher Aufgaben soll das vorliegende Bu beitragen; ferner soll es die Fachgenossen veranlassen, ihre Be achtungen zu sammeln und in das hierzu besonders hergerichtete Bu zur Verwertung bei späteren Auflagen einzutragen. Auch der Le wird es als Wunsch empfinden, daß die Bearbeitung des umfangreich Stoffes von den berufenen Ingenieuren und Chemikern unterstützt wi [E 522] Graf

Die feuerfesten Tone und Rohstoffe. Von Prof. Dr. Carl Bischof 4. Aufl. Neu verfaßt und bearbeitet von Ing.-Chemiker K. Jaco und Dr. E. Weber. Leipzig 1923, Joh. Ambr. Barth. 266 S. m 114 Abb u. 1 Tafel. Preis Gm. 9, geb. Gm. 10,50.

Die 4. Auflage des von allen, die der Industrie feuerfester Stoffe nal stehen, mit Recht hochgeschätzten Buches ist nunmehr — 10 Jal nachdem die 3. Auflage vergriffen war — erschienen, und zwar au nur in dem die praktische Seite des Gebietes behandelnden Teil, wä rend auf die Herausgabe des rein theoretischen Teils zurzeit noch nic gerechnet werden kann. Es sind zwei Gründe, die diese ungewöl liche Verzögerung und Zweiteilung veranlaßten: Zunächst die na 1914 eingetretenen bekannten Verhältnisse, sodann die Schwierigk für die Neubearbeitung geeignete Kräfte zu finden. Dank der M wirkung des Chemischen Laboratoriums für die Tonindustrie Prof. I Seger und E. Cramer, Berlin, ist es gelungen, zwei anerkan Fachleute, den Ing.-Chemiker K. Jacob und Dr. E. Weber da zu gewinnen, durch deren Zusammenarbeiten das vorliegende, eine l reits sehr fühlbar gewordene Lücke ausfüllende Werk entstanden i

Unter möglichster Anlehnung an die vom Schöpfer der vorh gegangenen Auflagen gewählte Einteilung haben die Verfasser das zwischen Veraltete ausgeschieden, das Übrige teils zeitgemäß ergän teils umgearbeitet und das Thema nicht nur auf die feuerfesten To beschränkt, sondern auch auf die sonst noch in Betracht kommend Rohstoffe (Quarz, Magnesit, Dolomit, Bauxit, Kohlenstoff, Chrom Korund, Karborundum, Zirkonoxyd) ausgedehnt. Das Buch zerfällt sechs Abteilungen: 1. Überblick über die Herstellung ff. Erzeugnis und ihr Verwendungsgebiet; 2. Ton und Kaolin; 3. Behandlung des To und der magernden Versatzmittel, mit den Unterabteilungen: a) A bereitung der Rohstoffe, b) Zerkleinerungsanlagen; 4. Allgemeines ü die Herstellung ff. Erzeugnisse, mit den Unterabteilungen: a) Masse u Formgebung, b) Schamottegießverfahren, c) Trocknen und Brenne 5. die verschiedenen ff. Erzeugnisse und ihre Herstellung, mit den Unt abteilungen: a) ff. Vollware, b) Hohlware und c) Erzeugnisse aus l sonderen Stoffen, und endlich 6. Anforderungen an ff. Erzeugnisse.

Wie eingangs erwähnt, sollten die Verfasser nur ein den Bedü nissen der Praxis nachkommendes Werk schaffen; diese Aufgabe hab sie im ganzen Umfange gelöst (bis auf die Brennöfen, die meines I achtens infolge Fehlens der unbedingt nötigen Abbildungen zu sti mütterlich behandelt sind). Sie sind aber darüber noch hinausgegang und haben es unternommen, den Inhalt wo nur möglich auf wissenscha licher Grundlage aufzubauen, und es muß anerkannt werden, daß ihn auch dieses Vorhaben — namentlich im zweiten Abschnitt — gelung ist. Nicht so günstig kann indessen die Ausstattung des Buches l urteilt werden. Zwar sind Papier und Druck einwandfrei, dagegen das Bildermaterial ohne jede Einheitlichkeit und vielfach den Katalog zahlreicher Maschinenfabriken entnommen; es zeigt in solchen Fäll nur die äußeren Formen und Umrisse der besprochenen Gegenstän und läßt den Leser im Dunkeln über die innere Einrichtung. Das i ein namentlich vom Ingenieur stark empfundener Mangel, der ab hoffentlich bei der nächsten Auflage dieses sonst vortrefflichen u nützlichen Werkes beseitigt werden wird. [E 475] Naske.

Die Theorie der Eisen-Kohlenstofflegierungen. Studien über das E starrungs- und Umwandlungsschaubild nebst einem Anhang: **Ka recken und Glühen nach dem Kaltrecken.** Von E. Heyn †. He ausgegeben von E. Wetzel. Berlin 1924, Julius Springer. 185 m. 103 Abb. Preis Gm. 12.

Bei der Durchsicht des literarischen Nachlasses von E. Heyn fa sein langjähriger Mitarbeiter Prof. Wetzel zwei völlig druckferti Handschriften. Sie waren als Teile des zweiten Bandes der „Mat rialienkunde" gedacht, den zu vollenden dem viel zu früh Dahingega genen nicht mehr vergönnt war.

Beide Abschnitte sind ganz im Sinne des Hauptwerkes geschriebe mit derselben Gründlichkeit und dem gleichen liebevollen Eingehen au auf anscheinend unbedeutendere Gegenstände. Nach den Literatu angaben zu schließen, müssen beide Handschriften bereits etwa um 19 druckfertig vorgelegen haben. Die seit 1914 erschienenen neuer Arbeiten über das Eisen-Kohlenstoff-Diagramm sind daher nicht berücl

tigt, ebenso auch nicht die neueren Auffassungen über den Reck-gang und über die Einwirkung der Kaltverformung auf den Feinbau Stoffes. Trotz dieser durch die Zeitumstände bedingten Lücken d auch dieses Werk seinen Platz in der klassischen technischen eratur behaupten.

Dem Herausgeber sowie dem Verleger gebührt der Dank der zahl-chen Freunde des großen Forschers, daß sie der Nachwelt dieses rmächtnis E. Heyns erhalten haben. [E 678] O. Bauer.

hrbuch der Eisenhüttenkunde. Von B. Osann. 1. Band: Roheisen-rzeugung. 2. Auflage. Leipzig 1924, W. Engelmann. 923 S. m. 35 Abb. u. 21 Tafelfiguren im Text. Geh. Gm. 29, geb. Gm. 32.

Das Lehrbuch der Eisenhüttenkunde von Osann, dessen erster Teil in zweiter Auflage vorliegt, ist zurzeit zweifellos das beste und ist verbreitete. Durch seine Vergrößerung auf nunmehr über 900 Seiten, bei alle einschlägigen Hilfsgebiete entsprechende Beachtung finden, es bereits mehr als ein Handbuch denn als ein Lehrbuch zu be-chten, wenn auch der Lehrvortrag des Verfassers das Gerippe des zen Buches bildet und es gerade als Leitfaden für Studierende erordentlich geeignet erscheint. Das Werk ist auch als Handbuch den Praktiker von unschätzbarem Wert, weil es in zahlreichen Fuß-en und Literaturverzeichnissen über alle einschlägigen Arbeiten auf einzelnen Gebieten Aufschluß gibt. Das ist bei den grundlegenden gen von Wichtigkeit, weil bezüglich der chemischen Grundlagen und orien vielfach Ansichten einander unvermittelt gegenüberstehen und weise noch der Klarstellung harren. Gerade Osann hat z. B. durch e Verschlackungstheorie in die Reduktionsvorgänge bei der Roh-nerzeugung wichtige Aufklärungen gebracht, aber damit ist nur ein iner Teil der verwickelten Vorgänge erklärt, und es ist daher be-erlich, wenn er anderen neuen Theorien, wie z. B. der zeichnerischen lacken- und Möllerberechnung von Mathesius völlig ablehnend gegen-rsteht oder die Ansichten von Koppers über den Verbrennungsvor-g der Koks ganz nebenbei und ebenfalls ablehnend behandelt.

Es ist meist ein Kennzeichen der Theorien, daß sie nie allgemein tig sind, weil sie stets auf einem bestimmten Standpunkt fußen die verschiedenen Einflüsse den Geltungsbereich einschränken oder Wirkung abändern und oft sogar ins Gegenteil verkehren. Aber selbe gilt auch von der Verschlackungstheorie, und ein wirklich groß-ig angelegtes Werk sollte daher viel weitgehender solchen neuen tungsversuchen und Theorien gerecht werden, wenn man vorwärts men will. Denn gerade das vorliegende Buch zeigt, wieviel Um-ge und Mißerfolge der bisher viel zu ausgetretene Weg der Er-rungen und empirischen Forschungen mit sich bringt. Bei kritischer logischer Behandlungsweise würde man in mancher Beziehung neller zum Ziele gekommen sein. Deshalb wäre auch bei manchen ichten über Ansichten und Erfahrungen mehr Kritik erwünscht ge-en. Das gilt in erster Linie für die mitbehandelten Hilfsgebiete und swissenschaften, bei denen Osann einen Überblick dadurch zu geben sucht, daß er auf Vollständigkeit Wert legt und dazu oft grund-ende Berechnungen (wie z. B. statistische Berechnungen) bringt. niger wäre hier aber mehr, die Fülle erschwert das Erkennen der schen Folgerungen. Zitierte Widersprüche verwirren schließlich.

Dagegen fordern viele Fragen zu neuer Behandlung heraus. Um einige zu nennen: z. B. die Berechnung des Hochofenprofils, die Re-tionsziffer, der Verbrennungsvorgang und andere mehr. Jedenfalls n das Buch nicht nur jedem Studierenden, Praktiker und Ingenieur, dern auch jedem an diesem wichtigen Produktionsgebiete Interes-ten, auch wenn er nicht fachmännisch gebildet ist, als bestes und ndlegendes Werk aufs nachdrücklichste empfohlen werden.
486] T.

faden der Hüttenkunde für Maschinentechniker. Von K. Sauer. Aufl. Berlin 1922, Julius Springer. Preis Gm. 1,80.

Das Buch ist eine knappe und außerordentlich übersichtliche Ein-ung für den Nichtfachmann, nur erscheint das Eisenhüttenwesen enüber dem Metallhüttenwesen etwas zu sehr bevorzugt. Gerade den Maschinentechniker wäre auch ein chemisch-metallographischer eine wertvolle Ergänzung, wobei man einen solchen Abschnitt kurz fassen könnte, weil er mehr oder weniger zur Materialkunde ört. Trotzdem wird er insofern vermißt werden, als man dadurch Schädlinge der einzelnen Metalle, deren Quellen und auch die Mittel ihrer Entfernung besser überblicken und verstehen könnte. Auf kleine Entgleisungen sei hier verwiesen: Seite 25 heißt es, daß uneisenstein gewöhnlich sehr phosphorreich sei; das trifft in der el nicht zu. Es ist im Zusammenhang mit dem Vorhergesagten Minette gemeint. Bei der Beschreibung von Abb. 47 muß es ke anstatt Kokillen heißen. Im ganzen ein sehr brauchbares und empfehlenswertes Buch. [E 487] T.

lenchemie. Von Dr. H. Strache und Dr.-Ing. R. Lant. Leipzig 24, Akademische Verlags-Gesellschaft m. b. H. 590 S. m. 52 Abb. eis Gm. 24, geb. Gm. 26.

Die Brennstoffchemie ist im letzten Jahrzehnt ein sehr viel be-eitetes Gebiet geworden, und insbesondere die „Gesammelten Abhand-gen zur Kenntnis der Kohle" des Kaiser-Wilhelm-Instituts, Mülheim . Ruhr, haben unschätzbar wertvolle Beiträge zu den grundlegenden gen gebracht. Es war tatsächlich ein Bedürfnis, diese forschenden elarbeiten im Zusammenhang mit den vielen älteren Ergebnissen Anschauungen sowie die zahlreichen Veröffentlichungen in den zeitschriften in einer übersichtlichen und gedrängten Form heraus-eben, und das vorliegende Werk muß als durchaus gelungen ichnet werden.

Durch die Fischer-Schradersche Kohlenbildungstheorie hat die Brenn-fchemie ein starkes Rückgrat erhalten. Unter ihrer Berücksichtigung war nun eine kritische Bearbeitung des gesamten Stoffes nicht nur möglich, sondern auch geboten, weil das Mucksche Werk „Chemie der Kohle" diese neuen Forschungen noch nicht berücksichtigt. Das Buch gibt nicht nur ein umfassendes Bild über die Entstehung der Kohle, ihr Verhalten und ihre physikalischen Eigenschaften, sondern behandelt außerordentlich ausführlich ihr chemisches Verhalten, insbesondere beim Erhitzen, wodurch das Wesen der nachweisbaren Bestandteile der Kohlen aufgeklärt wird. Außerdem gibt es zwar kurze, aber sehr übersichtliche und vollkommene Darstellungen über das Vorkommen der Kohle, ihre Gewinnung, Aufbereitung und Lagerung sowie die Untersuchung der Kohlen. Zusammenfassend kann es als ein ausgezeichnetes Handbuch jedem empfohlen werden, der mit Brennstoffen zu tun hat; denn es gibt nicht nur die unerläßlichen Grundlagen für deren Beurteilung, sondern auch für ihre richtige Ausnutzung. [E 709] T.

Abgasausnutzung in der keramischen Industrie. Von Oberingenieur Otto Brandt, Charlottenburg. Sonderabdruck aus der Tonindustrie-Zeitung, Jahrg. 1924 Nr. 19.

Die Abhandlung bringt Anwendungsbeispiele aus dem Gebiete der Abwärmeausnutzung im Bereich der keramischen Industrie, und zwar:

1. Die Anordnung eines Steilrohrdampfkessels, der mit den Abgasen eines Zement-Drehofens beheizt wird.

2. Die abgestufte Ausnutzung der Abgaswärme von elf freistehenden Rundöfen eines Schamottewerkes, zunächst in einem Kessel zur Erzeugung von Dampf von 15 at und dann weiter in einem Rauchgasvorwärmer zur Erhöhung der Temperatur des Speisewassers auf 110 °C.

In demselben Beispiel wird auch noch die Ausnutzung des im Abhitzekessel erzeugten und in einer Dampfmaschine verwerteten Dampfes als Abdampf in einer Trockenanlage beschrieben, wobei die Abdampfwärme in Heißluftwärme umgewandelt und diese den Trockenkammern zugeführt wird.

3. Wird der „Abas"-Rauchgas-Taschenlufterhitzer beschrieben, dessen Grundgedanke darauf beruht, daß ein Ventilator Frischluft ansaugt und in dünnen Schichten durch schmiedeiserne, enge Zellen (Taschen) drückt. Die Abgase von den Öfen durchströmen die die Taschen umgebenden Hohlräume in der dem Luftstrom entgegengesetzten Richtung. Die Erläuterungen zu den genannten drei Beispielen werden durch 5 Abbildungen unterstützt. [E 443] N.

Angewandte Geologie und Paläontologie der Flachseegesteine und das Erzlager von Salzgitter. Von Joh. Weigelt. Fortschritt der Geologie und Paläontologie Heft 4. Berlin 1923, Gebrüder Bornträger. 179 S. m. 74 Abb. Preis geh. Gm. 6,75.

Die neuzeitliche Erzlagerstättenlehre betrachtet die Lagerstätte nicht mehr wie früher herausgelöst aus dem Verband mit den übrigen Gesteinen, nur unter dem Gesichtspunkt der Nutzbarkeit, sondern als ein geologisches Problem, das nur im Zusammenhang mit allen übrigen geologischen Erscheinungen verstanden werden kann. Aus diesem Zusammenhang ergeben sich wichtige Schlüsse für die Entstehung, und erst wenn diese voll erkannt ist, wird es dem Geologen möglich, dem Praktiker wirklich zu helfen und die Aufschließung der Lagerstätte erfolgreich zu leiten. Oft müssen dann von den Geologen scheinbar ganz fernliegende Erscheinungen zur Erklärung herangezogen werden. Bei den bekannten Eisenerzlagerstätten von Salzgitter, die in neuerer Zeit bei unsrer Eisenerzarmut steigende Beachtung gefunden haben, hat der Verfasser geradezu ein Musterbeispiel gegeben, wie abstrakte wissenschaftliche Untersuchungen in der Praxis nutzbringend verwandt werden können. Beobachtungen über die Verteilung der Korngrößen in groben Gesteinen an flachen Küsten konnte er auf die Trümmererze von Salzgitter anwenden, die unter ganz ähnlichen Bedingungen entstanden sind, und es gelang ihm, mit Bohrungen hervorragende Erfolge zu erreichen.

Er gibt nun in dem vorliegenden Buche eine allgemeine wissenschaftliche Darstellung der Gesetzmäßigkeit der natürlichen Aufbereitungsvorgänge an Flachseeküsten, gruppiert um die Beschreibung des Lagers von Salzgitter. Eine Reihe Dünnschliffe der Erze sind auf mehreren Tafeln abgebildet und beschrieben. Die gesamte Darstellung ist im wesentlichen für geologisch vorgebildete Fachleute berechnet und enthält einige Abschnitte, die auch für den Erzbergmann nicht mehr in Frage kommen. In kürzerer Form hat sich Weigelt (und nur in unmittelbarer Beziehung auf Salzgitter) an andrer Stelle darüber geäußert, und zwar in den Berichten der Fachausschüsse des Vereines deutscher Eisenhüttenleute, Erzausschuß-Bericht Nr. 4, Düsseldorf 1922. Zur Einführung dürfte dieser Bericht am besten geeignet sein. [E 499]
Harrassowitz.

Der ferne Klang, Empfangsprobleme der drahtlosen Telephonie. Von Otto Kappelmayer. Berlin 1924, August Scherl. 345 S. m. 183 Abb. Preis geb. Gm. 10.

Das Buch stellt den Versuch dar, einen mittleren Weg einzuschlagen zwischen den ganz volkstümlichen Schriften und den nur dem Sonderfachmann zugänglichen Abhandlungen über drahtlose Telephonie. Der Verfasser gibt neben allgemeinverständlicher Erklärung der Vorgänge sehr viele Zahlentafeln und Schaulinien, mit denen man leicht die grundlegenden Berechnungen ausführen kann. Der Wert des Buches wird erhöht durch die Beigabe zahlreicher Schaltbilder. Einfach- und Doppeldetektorschaltungen, Röhrenempfänger mit Audionröhre, Rückkopplung, Reflexschaltung, Verstärker usw. werden dem Leser in den mannigfaltigsten Ausgestaltungen gezeigt. Ein umfangreiches Kapitel über Empfangsstörungen, das man bisher in den meisten Büchern über diesen Gegenstand vermissen mußte, wird für den Funkteilnehmer von großem Nutzen sein. Das Buch wird dazu beitragen, das Mißbehagen, mit dem der Ingenieur andrer Gebiete meist der Hochfrequenztechnik gegenübersteht, zu mildern. [E 832] Dr. G.

Betriebstaschenbuch. Herausgeg. v. R. Horstmann u. K. Laudien. **Mechanik.** Von G. Haberland. Leipzig 1924, Max Jänecke. 171 S. m. 200 Abb. Preis Gm. 3,60.

Betriebstaschenbuch. Herausgeg. v. R. Horstmann u. B. Laudien. **Wärmetechnik** u. Mechanik der Gase u. Dämpfe. Von G. Haberland. Leipzig 1924, Max Jänecke. 70 S. m. 25 Abb. Preis Gm. 1,60.

Eindruck auf Stützmauern. Von Richard Petersen. Berlin 1924, Julius Springer. 84 S. m. 80 Abb. Preis geh. Gm. 5,40, geb. Gm. 6,30.

Preliminary Measurements of the Distribution of the Velocity of a Fluid in the Immediate Reighbourghood of a Plane, Smooth Surface. Von J. M. Burgers. Eerste Sectie. Deel VIII. Nr. 3. Amsterdam 1924, Koninklijke Akademie van Westenschappen. 33 S.

Measurements of the Velocity Distribution in the Boundery Layer alo a Plane Surface. Von B. G. van der Hegge Zijnen. Delft 19 J. Waltmann jr. 48 S. m. 10 Abb.

Machinery's Handbook. For Machine Shop and Drafting-Room. Si Edition. New York 1924, The Industrial Press. 1592 S. m. zal Abb.

Maschinenzeichnen. Regeln für die Ausführung technischer Zeichnung des Maschinenbaues. Von Ernst Götz. 3. verm. Aufl. Münch 1924, Max Keller. 76 S. m. 88 Abb. Preis Gm. 2,50.

William Kelly: A true History of the so called Bessemer Process. V John Newton Boucher. Greensburg 1924, publ. by the Auth 258 S.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Neuere Erkenntnis auf dem Gebiete der Wärmestrahlung.

In seiner beachtenswerten Arbeit Z. Bd. 68 (1924) Nr. 39 hebt Dr.-Ing. A. Schack mit Nachdruck hervor, daß, obwohl der Strahlung der Gase eine hohe praktische Bedeutung zukommt, „man von deren Vorhandensein bis vor kurzem so gut wie nichts gewußt hat". Wenn sich, wie aus der Fassung des Satzes hervorgeht, das Wort „Vorhandensein" auf „Strahlung der Gase" und nicht auf „praktische Bedeutung" bezieht, so ist die Bemerkung insofern nicht ganz zutreffend, als über den fraglichen Gegenstand zwei gekrönte Preisschriften aus dem Jahre 1889 vorliegen und in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes, Berlin 1889, veröffentlicht worden sind. Ihre Titel lauten:

1. Die Licht- und Wärmestrahlung verbrennender Gase. Von Dr. Robert v. Helmholtz.
2. Über die Licht- und Wärmestrahlung verbrannter Gase. Von Dr. W. H. Julius, Assistent am physikalischen Institut der Universität zu Utrecht.

Was aber die praktische Bedeutung der Wärmestrahlung anbelangt, so habe ich 1918 die in den vorstehend genannten Arbeiten niedergelegten Ergebnisse und ihre Bedeutung für die Wärmeübertragung bei Dampfkesseln ausführlich darzustellen versucht; die Arbeit ist unter dem Titel „Der Einfluß des Kesselsteines auf die Leistung und Sicherheit der Dampfkessel" in der Zeitschrift der Dampfkesseluntersuchungs- und Versicherungs-Gesellschaft A.-G. in Wien Jahrgang 1918 Nr. 2 bis 10 erschienen. Aus dem Titel des Aufsatzes war allerdings nicht zu erkennen, daß sich der größte Teil mit Untersuchungen über den Einfluß der Strahlung von Gasen auf die Wärmeübertragung bei Dampfkesseln beschäftigt.

Wien. Ing. Fritz Krauß.

Ich bezweifle nicht, daß an sich das Vorhandensein einer Strahlung von heißen Feuergasen bekannt ist, zumal schon Tyndal[1]) vor Julius die Strahlung von Kohlensäure und andern Gasen nachgewiesen hatte und die Kenntnis der Absorptionsspektra von Kohlensäure und Wasserdampf heute zum Allgemeingut der Physik gehört. Dagegen ist es auch jetzt noch meine Ansicht, daß die praktische Bedeutung der Gasstrahlung gerade in unseren Tagen noch fast unbekannt ist.

Während der Wärmeübergang durch Berührung im heutigen Schrifttum einen großen Raum einnimmt, wird die Gasstrahlung kaum erwähnt; Formeln, wonach man die Größe dieser Strahlung wenigstens angenähert berechnen kann, fehlen vollständig. Unter diesen Umständen verstehe ich, daß die Ergebnisse meiner Gasstrahlungstheorie in der deutschen Feuerungstechnik starken Zweifeln begegneten; die französische Eisenindustrie zweifelt zurzeit noch an der Richtigkeit der Ergebnisse, weil es unwahrscheinlich sei, daß Tatsachen von so weittragender Bedeutung nicht schon früher erkannt worden wären (Rev. d. Metallurgie, August d. J.). Auch in den amerikanischen Schriften findet sich nichts, was auf die Erkenntnis der Bedeutung der Gasstrahlung schließen läßt. Ich glaube, hieraus geht hervor, daß die Bedeutung der Gasstrahlung bis zur Aufstellung meines Beweises in der großen Technik tatsächlich unbekannt war. Allerdings hatte Friedrich Siemens[2]) schon 1885 auf die hohe praktische Bedeutung der Flammenstrahlung hingewiesen. Aber ihm fehlten die Mittel, die Bedeutung der Strahlung überzeugend nachzuweisen. Seine Beobachtungen konnten durch die Strahlung des Kohlenstoffs in der leuchtenden Flamme und durch die Strahlung des Ofengewölbes erklärt werden. Daß Kohlenstoff in der Flamme strahlt, ist wohlbekannt; ich gebe aber zu, daß man auch dem meist nicht genügend Beachtung geschenkt hat; der Hinweis auf diese Strahlung in der Arbeit von Herrn Krauß ist daher sehr zu begrüßen.

Wennschon es Siemens nicht gelungen ist[3]), die praktische Bedeutung der reinen Gasstrahlung zu beweisen, so gilt dies noch mehr für die Arbeiten von Julius, R. v. Helmholtz und Krauß. Das Problem ist wegen der Linienstruktur der Gasspektra und aus anderen hier nicht näher zu erörternden Gründen schwieriger, als es in diesen Arbeiten den Anschein hat, so daß die Technik hieraus keine bindenden Schlüsse auf die Größe der Strahlung von Kohlensäure und Wasserdampf in den verschiedenen praktischen Fällen ziehen durfte und auch nicht gezogen hat; in den Arbeiten fehlen auch Vergleiche zwischen der Größenordnung des Verhältnisses von Strahlung zu Berührung, oder sie fallen für die Gasstrahlung ungünstig aus. So wies Julius nach, daß die Strahlung d Bunsenflamme nur 5 vH der ganzen erzeugten Wärme beträgt.

Die Technik konnte unter diesen Umständen nicht ersehen, wie gr die Strahlung von Kohlensäure und Wasserdampf ist, und so erkl ich es mir, daß im großen und ganzen die Bedeutung dieser Strahlu bis heute unbekannt geblieben ist. [D 860] Schack

[1]) Die Wärme, betrachtet als eine Art der Bewegung. Deutsche Ausgabe von H. Helmholtz und G. Wiedemann, Braunschweig 1867.

[2]) Heizverfahren mit freier Flammenentfaltung. Berlin 1885.

[3]) Er behauptet im Gegenteil, daß die verbrannten Gase nicht mehr strahlen.

Elektrizität im Baubetriebe.

In Bd. 68 (1924) S. 710 heißt es bei Gelegenheit der Beschreibu einer vierachsigen elektrischen Abraumlokomotive: „Die Lokomotive ist wegen der geringen Lichtraumhöhe d Baggers bis Oberkante Dach nur 2400 mm hoch, der Fahrdraht lie 2500 mm über Schienenoberkante. Das Durchfahren eines Baggers v so geringer Lichtraumhöhe mit Dampflokomotiven wäre nicht mögli und würde daher zu verwickelten Gleisanlagen führen, wenn die glei Beweglichkeit des Betriebes erreicht werden soll." Diese Ausführung können in nicht unterrichteten Kreisen leicht den Anschein erweck als ob die geringe Lichtraumhöhe des Bagge ein Hindernis für die Anwendung des Damp lokomotivbetriebes sei.

Dem ist nicht so. Der Bau von Dampflokomotiven zum Durchfahr einer Lichtraumhöhe von 2500 mm ist nicht nur möglich, sondern sog seit Jahren derart eingebürgert, daß man in Fachkreisen unter „A raumlokomotiven" fast ausschließlich Dampflokomotiven für 900 n Spur mit einer beschränkten Bauhöhe von höchstens 2450 mm verste Allerdings erreichen die bisher üblichen Abraumlokomotiven mit nic mehr als etwa 280 PS nicht die Leistung der beschriebenen vierachsig elektrischen Lokomotiven. Die Geringhaltung der Leistung ist jedo keine Folge der beschränkten Bauhöhe; sie ist zurückzuführen auf d Wunsch der Unternehmerfirmen, möglichst einfache, also nur zw achsige Baulokomotiven zu verwenden, deren Leistung naturgem durch den zugelassenen Achsdruck begrenzt wird. Neuere Bestrebu gen deuten aber darauf hin, daß man in Rücksicht auf wirtschaftlich Förderung nicht abgeneigt ist, die einfache zweiachsige Lokomoti zugunsten leistungsfähigerer drei- und vierachsiger Abraumlokomotiv zu verlassen. Es bestehen meines Wissens bereits einzelne derarti Ausführungen.

Hannover. Dipl.-Ing. Kurt Ewald.

Zu dem Schreiben des Herrn Dipl.-Ing. K. Ewald bemerke i folgendes:

Die geringe Lichtraumhöhe eines Eimerkettenbaggers ist all dings kein Hindernis für die Anwendung des Dampflokomotivbetrieb wohl aber ist sie ein Hindernis für die Anwendung eines Dampflok motivbetriebes mit einer solchen Leistungsfähigkeit, wie sie bei wi schaftlicher Ausnutzung der großen Baggerleistungen gefordert werd muß. Große Baggerleistungen bedingen große Zuggewichte, also gro Lokomotivleistungen und große Reibungsgewichte; diese sind aber, w der Herr Einsender selbst zugibt, von Dampflokomotiven bei einer Ba höhe von nur 2400 mm noch nicht erreicht worden. Wie aus Zahle tafel 1 zu ersehen, beträgt die größte Leistung einer Abraumlokomoti mit 2450 mm Bauhöhe 225 PS bei einem Reibungsgewicht von 23 t, gege über 400 PS der elektrischen Lokomotive mit 46 t.

Zahlentafel 1. Abraumlokomotiven.
900 mm Spur, niedrige Bauart.

Firma	Krupp	Linke-Hofmann	Henschel	Hensche
Leistung . . . . PS	200	225	210	32
Anzahl der gekuppelten Achsen	2	2	2	3 + 1 Laufach
Leergewicht . . . . kg	17 300	20 500	18 000	29 00
Dienstgewicht . . . . . „	22 900	25 900	23 000	37 00
Reibungsgewicht . . . . „	22 900	25 900	23 000	30 00
Höhe . . . . mm	2 450	2 450	2 400	2 80

Die vierachsige Henschel-Lokomotive leistet zwar 320 PS, die Bauhö ist aber 400 mm größer, und das Reibungsgewicht beträgt nur 30 t. Au die inzwischen auf Seite 1226 dieser Zeitschrift veröffentlichten Zahl über eine Abraumlokomotive der Firma Rheinmetall bestätigen das Obe gesagte.

Berlin. [D 657] Oberingenieur F. Kunath.

Schluß des Textteiles.

Für die Schriftleitung verantwortlich: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7, Sommerstr. 4a. — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: C. MATSCHOSS ★

NR. 52 SONNABEND, 27. DEZEMBER 1924 BD. 68

INHALT:

Landwirtschaftliche Maschinen auf der Wanderausstellung in Hamburg.

Von Prof. Dr. Gustav Fischer, Berlin.

Die Bestrebungen zur Normung wachen wieder auf In den führenden Werken wird der Auswahl der Werkstoffe mehr Wert als früher beigemessen, z. B. bei Pflugscharen und im Mähmaschinenbau. Neuerungen an Hackmaschinen, Ackerwagen, Drillmaschinen, Dreschanlagen, Dampfpflug- und Straßen-Lokomotiven.

Trotz der schlechten Lage der Industrie hatten die Hersteller die Ende Mai von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft veranstaltete Ausstellung stark beschickt, vielleicht in der Hoffnung, durch eine recht reichhaltige Schau die Kauflust zu wecken und die für Hamburg erwarteten Ausländer zu gewinnen. Die technischen Leistungen der Aussteller waren recht ungleich. Noch immer machte sich die handwerksmäßige unsaubere Herstellung breit, die die Landmaschinentechnik in Ingenieurkreisen als minderwertig in Verruf gebracht hat. Die Hersteller dieser Art fördern die Technik auch selten durch eigene Gedanken, sondern begnügen sich mit dem Nachbau bekannter Typen, oft ohne Verständnis für ihren Sinn. Gegenüber solchen Resten rückständiger Technik ist es erfreulich, daß immer mehr große Werke in mustergültiger Weise die Erfahrungen der

wirtschaftlichen Fertigung

auf die Herstellung landwirtschaftlicher Maschinen anwenden, die zum großen Teil in vielen gleichartigen Stücken verlangt werden. Es ist wohl gleichfalls auf den Einfluß dieser großen Werke zurückzuführen, daß die Normung der landwirtschaftlichen Maschinen wieder aufgenommen werden konnte und von der Industrie unterstützt wird. Der erste Versuch zur Normung scheiterte an dem stillen Widerstand der beteiligten Industriellen; jetzt scheint ihr Wert nicht nur von ihnen, sondern auch von den Landwirten erkannt zu sein, die früher wenig Verständnis für die Vorteile einer vernünftigen und vorsichtigen Normung der Maschinenteile hatten.

Unter den Herstellern von Landmaschinen bestand auch früher weniger ein Zweifel am Nutzen genormter Teile überhaupt als an der Zweckmäßigkeit allgemeiner Normen. Werknormen waren in allen größeren Werken längst mit Erfolg angewandt. Dem Bedürfnis nach billiger Herstellung der Maschinen genügen sie auch in den Fällen, wo ein so großer Absatz einer bestimmten Maschinenart gesichert ist, daß ihre Teile in großen Massen hergestellt werden können. Aber die Bedrohung der deutschen Motorpflugindustrie durch den Wettbewerb Henry Fords, der seinen Kleinschlepper in Deutschland um etwa 70 vH billiger anbieten konnte als die deutschen Hersteller, offenbarte erst alle die der Massenfertigung auf Grund weitgehender Typenbeschränkung und Normung liegenden Möglichkeiten. Ein einzelnes Werk Deutschlands kann sie bei den meisten landwirtschaftlichen Maschinen nicht ausnutzen, wenn es nach Werknormen arbeitet. Liegen aber allgemeine Normen vor, und können Werke gleicher Richtung die Teile billig beziehen oder die über den eigenen Bedarf hinaus erzeugten an andre abgeben, dann kommt durch diese Vereinigung eine Massenfertigung großen Umfangs zustande.

Ein Beispiel solcher Vereinigung bestand früher bei der Herstellung von Federzahngrubbern, nachdem die Firma August Ventzki in Graudenz eine überragende Type von Federscharen herausgebracht hatte, die ohne förmlichen Beschluß doch tatsächlich zur allgemeinen Norm wurde. Ventzki versorgte damit eine ganze Reihe andrer Werke, die dieselben Geräte, wenn auch in einem andern Gesamtaufbau, herstellten.

Bei den Pflugscharen liegen ähnliche Bedingungen vor, und sie könnten noch günstiger gestaltet werden, wenn die Zahl der Formen auf das wirklich erforderliche Maß beschränkt würde. Nur ganz große Werke fertigen ihre Schare selbst an, die andern beziehen sie aus Walzwerken. Die Normung ist auch bereits für die nächste Zeit in Aussicht genommen, aber vorerst nur für die Schare von Kraftpflügen, bei denen infolge der kurzen Entwicklungsgeschichte und der geringen Zahl herstellender Werke die Formenfülle noch zu übersehen und zu ordnen ist. Die Ausdehnung der Normung auf die Schare von Gespannpflügen wäre schon wegen der Verbesserung der Werkstoffe wünschenswert, der jetzt eben von unseren führenden Werken mehr Aufmerksamkeit als früher zugewandt wird. Fried. Krupp in Essen stellt Scharstähle mit einer über 100 kg/mm² hinausgehenden Festigkeit her, die nicht mehr wie die früheren Schare aus drei Schichten gewalzt, sondern durchweg gleichmäßig sind, damit sie immer wieder nachgeschmiedet werden können. Diese Schare sollen sich schon unter besonders schwierigen Verhältnissen in Südafrika sehr gut bewährt haben.

Die Fortschritte der Firma Krupp in der Werkstoffherstellung für Pflugschare sind insofern besonders bedeutungsvoll, als viele deutsche Pflugfabriken ihre Schare von Krupp beziehen und deshalb die Verwendung der neuen Schare nicht auf eine oder wenige Bauarten beschränkt ist. Hier zeigt sich der Nutzen der Spezialisierung, die im Landmaschinenbau vorläufig auf wenige Werkzeuge, meistens an Bodenbearbeitungsmaschinen, und auf Federn und federnde Zinken, beschränkt ist. Pflugschare, Eggen- und Grubberzinken, Heurechenzinken und andre, aus besonders guten Stahlsorten sorgfältig herzustellende Teile werden gewöhnlich aus bestimmten Werken bezogen. Zur Herabsetzung der Herstellungspreise der Landmaschinen würde es beitragen, wenn dieses Verfahren auf andre Teile ausgedehnt würde, die in ähnlich

Abb. 1. Rahmen-Bindemähmaschine der Deutschen Werke A.-G.

großen Mengen gebraucht werden. Rud. Sack verwendet für seine Pflüge Schare mit einer Festigkeit von etwa 70 kg/mm² bei einer Dehnung von 18 vH und härtet sie so, daß die Brinellhärte in der meist beanspruchten Zone in der Nähe der Schneidkante zwischen 458 und 560 liegt und an den andern Stellen 225 bis 291 beträgt. Mit solchen Werten stehen die Schare den amerikanischen nicht mehr nach, und es kommt nur darauf an, daß die Härte nach dem Ausschmieden und Schärfen eines stumpf gewordenen Schares leicht erneuert werden kann. In dieser Beziehung sind die amerikanischen Acmeschare vorbildlich; die deutschen müssen noch darauf geprüft werden. Allerdings ist der Stahl mit den angegebenen Eigenschaften teurer als der gewöhnlich benutzte, und er wird nur bei den Kraftpflügen, deren Beanspruchung größer als die der Gespannpflüge ist, benutzt werden, wenn nicht einsichtige Landwirte zu der Überzeugung kommen, daß der höhere Anschaffungspreis sich durch die Ersparnisse an Zeit und Geld bei dem Schärfen der Schare bezahlt macht.

Mähmaschinen.

Daß die Wahl der Werkstoffe im Landmaschinenbau zum Teil durch die Verfahren der Fertigung bedingt wird, ist bereits in Z. Bd. 66 (1922) Nr. 6 S. 131 an dem Beispiel der Stahlpreßteile bei den Dreschmaschinen der Deutschen Werke gezeigt worden. Die Deutschen Werke sind inzwischen in der Anwendung des Preßstahls noch weiter gegangen und zeigten als bedeutendste Neuerung dieser Art eine Bindemähmaschine, deren Rahmengestell aus gepreßtem Stahl hergestellt war, Abb. 1. Diese Rahmen müssen wegen der an ihnen angebrachten Lager für die Räder und die ersten Getriebewellen steif sein. Und da die Bühne, die das Schneidwerk und das endlose Tuch trägt, etwa 1,3 m breit und 1,2 m lang, der ganze Rahmen aber fast 2,5 m lang ist, läßt sich bei den bisher allein üblichen Rahmen aus Profilstahl, z. B. runden oder Vierkantrohren, die nötige Festigkeit nur durch mehrere Streben erreichen, die durch geschmiedete oder gegossene Verbindungsstücke zusammengehalten werden. Der gepreßte Rahmen kann besser den auftretenden Kräften angepaßt, also nahezu als Träger gleicher Festigkeit ausgebildet werden, und er enthält weniger Verbindungsstellen. Infolgedessen wird die Maschine leichter als die bisherigen, der Binder der Deutschen Werke wiegt nur 750 kg, der nächst schwerere dagegen 780 kg. Das Verfahren ist von andern Werken aufgenommen worden, wenn auch zunächst noch nicht mit der gleichen Strenge. Unter den Bindemähmaschinen, die die Hauptprüfung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft mitgemacht haben, haben auch diejenigen von Carl Beermann G. m. b. H. in Berlin und der Eyth-Lesser-Maschinenfabrik A.-G. in Berlin Preßteile, wo die früher üblichen Grau- und Tempergußteile sich der starken Beanspruchung nicht sicher gewachsen gezeigt haben.

Unabhängig von den Deutschen Werken und gleichzeitig mit ihnen scheinen die Vereinigten Fabriken landwirtschaftlicher Maschinen vorm. Epple & Buxbaum in Augsburg zur Verwendung von Preßstahl übergegangen zu sein. Besonders schön erkennt man die darin liegenden Möglichkeiten an der Grasmähmaschine „Rapi-Rasa“ dieser Herstellerin, Abb. 2. Die Abteilerschuhe am äußeren und inneren Ende des Messerbalkens können leicht in eine geeignete Form für das Pressen gebracht werden, und die Druckplättchen, die das Abklappen des Messers verhüten, sind ihrer flachen Form wegen ohne weiteres preßbar. Die Räder, die ebenfalls aus Stahl gepreßt sind, weichen von denen, die die Deutschen Werke für ihre kleineren Dreschmaschinen herstellen, insofern ab, als sie nicht als Scheiben-, sondern als Speichenräder ausgeführt werd An der gußeisernen Nabe sind die gepreß Speichen, je zwei zu einem V-Stück gebog verschraubt und außen mit der gepreßten Fe elektrisch verschweißt. Die auf dem Radkra notwendigen Rippen sind durch die Bu staben des Namens der Herstellerin gebild Der Rahmen war bei der ausgestellten M schine noch gegossen, wird aber künftig eb falls gepreßt werden. Auch die Finger Schneidwerkes werden nicht mehr aus Temp guß hergestellt, sondern im Gesenk geschn det, wie übrigens auch bei andern Werk Der Schlitz für das Messer wird ausgefr und die Fläche, auf der das Messer gleitet, härtet. Eine Gegenplatte aufzunieten, ist d nicht mehr nötig; Erfahrungen über die H barkeit der neuen Finger im Vergleich zu Temperguẞfingern mit aufgenieteten Geg platten liegen allerdings noch nicht vor.

Hackmaschinen.

Preßstahl verdrängt den Temperguß auch bei den Pfer hacken, deren Bauart in der letzten Zeit auch sonst verbess worden ist. Angeregt durch die steigenden Anforderungen Landwirte an die sichere Einstellung und Führung der Ha schare, deren genaue Arbeit für den intensiven Ackerbau s wichtig ist, haben die Ingenieure angefangen, die kinematisch und mechanischen Aufgaben, die in der scheinbar einfachen Ha maschine stecken, zu bearbeiten und im Entwurf zu berü sichtigen.

Die Hauptpunkte, bei denen Verbesserungen versucht wer sind der Gewichtausgleich des Hackrahmens, die Sicherung Eingrifftiefe auch in schwerem Boden und anderseits das Stüt der Schare gegen zu tiefes Eindringen in leichtem Boden, leichte Schwenkarbeit des Hackrahmens und die Übersichtlichk durch einen möglichst freien Rahmenbau.

In einem früheren Aufsatz[1]) ist die Pferdehacke von Siede leben beschrieben worden. Das Gewicht, das an ihr zum l leichtern des Aushebens und Einsetzens angebracht war, ist der ähnlichen Maschine, die die Maschinenfabrik „Ceres“ Liegnitz jetzt herausgebracht hat, durch die Wirkung einer Fe ersetzt, so daß jede unnötige Belastung fortfällt. Auch an die Maschine überwiegt die Verwendung von Preßstahl.

Als weiteres Beispiel soll hier die Maschine von Epple Buxbaum dargestellt werden, Abb. 3, weil sie die oben genann Punkte vereinigt. Die Maschine hat einen zweirädrigen Vord wagen, auf dem ein Kleesäegerät angebracht werden kann, allerdings wenig üblich ist. An dem Hauptgestell sitzt Geräterahmen, der die Parallelogrammhebel a der Hacksch trägt. Er ist aber nicht durch Stellvorrichtungen in seiner Höh lage gesichert, sondern kann sich heben und senken. Die Tief einstellung ergibt sich aus dem Zusammenwirken der Kräfte, einerseits durch den Widerstand des Bodens auf die Messer anderseits durch den Zug der Tiere auf die Zugstange b und

[1]) Z. Bd. 66 (1922) S. 130.

Abb. 2. Grasmähmaschine „Rapi-Rasa“ von Epple & Buxbaum.

Abb. 3. Parallelogramm-Hackmaschine „Pflanzensegen“, gebaut von den Vereinigten Fabriken landwirtschaftlicher Maschinen vormals Epple & Buxbaum, Augsburg.

nkelhebel c ausgeübt werden. Die Abmessungen sind so ge-
hlt, daß der Zug den Bodenwiderstand überwindet und die
sser auch in hartem Boden die Neigung haben, tief in den
len einzudringen. Die Tiefe wird durch die Kette d begrenzt,
vom Hauptgestell zur Zugstange führt und in der gewünsch-
Länge eingestellt werden kann. Das Gegengewicht e wuchtet
. Geräterahmen zum großen Teil aus, damit das Ausheben und
setzen durch die Sterzen f leicht möglich ist. Vor den Hack-
ssern kann man Stützrollen oder Schleifbügel anbringen, um
Tiefgang zu begrenzen. Rollen verringern den Zugwiderstand
ht, wie man wegen des Ersatzes der gleitenden Reibung durch
lreibung erwarten könnte, denn sie schneiden tiefer in den
len ein als Schuhe mit großer Auflagefläche. Die gebräuch-
sten Zusammenstellungen von Hackmessern für verschiedene
lenarten zeigen Abb. 4 bis 6. Andre Hersteller haben für die
tellten Forderungen andre Lösungen gebracht, die teilweise
nisch sehr gewandt sind, aber ihre Brauchbarkeit erst in der
xis erweisen müssen. Gerade in der Landmaschinentechnik
sagen manche gut entworfene Einrichtungen, weil sie der
stungsfähigkeit der Bedienungsleute oder der Anstrengung des
dbetriebes nicht Rechnung tragen.

Die Eyth-Achse.

Auch an andern einfachen Geräten hat die Ingenieurarbeit,
n sie sich auf die Forderungen erfahrener Landwirte stützen
nte, gute Früchte getragen. Bei der Deutschen Landwirt-
aftsgesellschaft besteht ein Sonderausschuß für die Verbesse-
g der Beförderungsmittel, der sich zuerst mit den ehrwürdigen
erwagen beschäftigt hat. Abgesehen von den Normen, die er
die wichtigsten Abmessungen der Wagenuntergestelle, z. B.
Spurweite, der Abstufungen der Raddurchmesser, des Sturzes
Speichen und Achsschenkel, aufgestellt hat, hat er die In-
ieure zu einer Verbesserung der Achsen angeregt und den
olg erzielt, daß die soge-
nte Eythachse heute von
er großen Zahl von Wagen-
ern angewandt und von den
ndwirten trotz des höheren
ises gern genommen wird,
b. 7. Sie hat wie die alten Ach-
der Heeresfahrzeuge in der
e eine Laufbüchse aus Rot-
, die in der Mitte ihrer Länge
ilt ist, und wird mit konsi-
tem Fett geschmiert, das
ch ein Schraubloch in dem
derteil der Nabe eingefüllt
d und sich durch die
miernut und außerdem noch
ch eine Längsbohrung mit
alen Kanälen innerhalb des Achsschenkels ausbreitet. Außen
d die Büchse entweder durch eine Schraubkapsel oder, wenn
Wagen Rungenstützen haben soll, durch Filzringe und eine
ter mit Gegenmutter abgedichtet.

Schwieriger ist ein Urteil über den Wert der an den

Drillmaschinen

geführten zahlreichen Neuerungen zu fällen, die sich fast aus-
ießlich in einer und derselben Richtung bewegen. Die Not-
digkeit intensiver aber sparsamer Wirtschaft hat die Einzel-
säemaschinen gezeitigt, über die G. Kühne berichtet hat[1]).
werden, ihre technische Brauchbarkeit vorausgesetzt, für
tzüchter, die alle Sorgfalt bei der Bearbeitung des Bodens und
der Aufbereitung des Saatgutes aufwenden können, brauchbar sein, die große Zahl der Landwirte wird aber wegen der umständlicheren Behandlung der Maschinen und der kostspieligeren Kulturmaßnahmen schwerlich zu ihnen greifen. Auf der Ausstellung überwogen deshalb die Dünnsaatmaschinen, die nichts andres als Drillmaschinen mit möglichst gleichmäßiger Verteilung der Körner innerhalb der Reihen sind. Nun ist dies Problem nicht neu, und es ist nicht leicht, einen neuen Weg zu seiner Lösung zu beschreiten. Die meisten Maschinen haben Schubräder, die in der Arbeitsbreite verschiebbar sind, aber außerdem noch durch Wechselräder oder ein Wechselgetriebe beein-

Abb. 7. Eyth-Achse.

Für Getreide bei leichtem Boden.

Für Rüben, Bohnen und Erbsen **mit** Schutzrollen.

Abb. 4 bis 6. Gebräuchliche Zusammenstellung von Hackmessern für verschiedene Bodenarten.

Für Rüben, Bohnen und Erbsen **ohne** Schutzrollen.

[1]) s. Z. Bd. 68 (1924) S. 113.

Abb. 8 und 9. Dreschmaschine für 2 bis 2,5 t/h Garben, gebaut von Heinrich Lanz, Mannheim.

a Gebläse, dahinter Wurfrad *c* Kopf des Förderrohrs *e* Leitung der zweiten Windreinigung
b Förderrohr *d* Entgrannereinsatz *f* Spreurückleitung

fiußt werden. Zur Regelung der Saatmenge genügt bekanntlich eine dieser Vorrichtungen, man gewinnt aber durch ihre Vereinigung die Möglichkeit, die Arbeitsbreite nur der Größe der Samenkörner anzupassen und die Schubräder so rasch laufen zu lassen, daß die Verteilung möglichst gut wird. So hat beispielsweise die Maschine der Firma „Ceres" in Liegnitz Schubräder verhältnismäßig großer Breite und ein Wechselgetriebe mit zwei Geschwindigkeiten, das vollkommen genügt. Durch Verschieben des Gehäusebodenteils kann die Maschine leicht entleert werden, nachdem man den Kastendeckel abgenommen und unter die Sägehäuse geschoben hat. Die Saatrohre werden dazu heruntergeklappt.

Die führenden Werke im Bau von

Dreschmaschinen

haben in den letzten Jahren immer wieder nach einfacheren Bauarten gesucht, die zugleich den Energiebedarf der Dreschmaschinen herabsetzen sollen. Heinrich Lanz war es vor zwei Jahren gelungen, in einer Breitdreschmaschine mit doppelter Reinigung und einer Leistung von etwa 1,2 bis 1,5 t/h Weizengarben die Zahl der Wellen auf 3 mit 2 Riemen und 10 Lagern herabzusetzen und dadurch zugleich mit 5 PS auszukommen. In Hamburg führte Lanz eine größere Maschine ähnlicher Bauart vor, die 2 bis 2,5 t/h Garben dreschen soll, Abb. 8 und 9. Ihre Trommel von 460 mm Dmr. ist 1700 mm lang. Wie bei der älteren, kleineren Maschine ist durch die Benutzung der bekannten Schwingstrohschüttler nach Art der Schwingförderrinnen und durch die Anwendung des Wurfförderers, der zugleich zum Entgrannen dient und auf derselben Welle wie das Gebläse sitzt, die Zahl der Wellen niedrig gehalten. Die Maschine hat aber nicht, wie die kleinere, ein flaches Sortiersieb, sondern den in größeren Maschinen üblichen Sortierzylinder; deshalb sind 4 Wellen und die der Siebbürste nötig. Wenn die Maschine mit einem Selbsteinleger, Spreubläser und Sackheber versehen ist und eine Strohpresse mitbetrieben wird, genügt zum Antrieb ein 12pferdiger Benzol- oder Schwerölmotor mit einer Höchstleistung von 15 PS.

In einer andern Richtung hat die Firma R. Wolf A.-G., Magdeburg, auf der Hamburger Ausstellung neue Wege im Dreschmaschinenbau gezeigt. Sie führte eine große Maschine vor, die schon durch ihren Aufbau aus Eisen, aber noch mehr durch ihre innere Einrichtung die Aufmerksamkeit anzog, Abb. 10 und 11. Wenn die Maschine auch für das spanische Amerika bestimmt ist, kann sie doch mindestens mit einzelnen Teilen a für deutsche Wirtschaften wertvoll sein. Der eiserne Rahmen hat sich bisher so wenig bewährt, daß es ein Dogma gewo war, daß die Erschütterungen der Maschine nur durch elastischeren hölzernen Schwellen und Pfosten ertragen wer könnten. Öffentliche Versuche über die Haltbarkeit der W schen eisernen Maschine liegen noch nicht vor, aber man annehmen, daß die Herstellerin sich selbst davon überzeugt Sie hat vor allen Dingen die Vernietung und Verschraubung Rahmenteile durch Verschweißung ersetzt. Die ungewohnte F der Maschine ist hauptsächlich durch die Anwendung eines La strohgebläses mit drehbarem Mundstück entstanden, das im Un teil des geschlossenen Auslaufes liegt. Für die einheimis Landwirtschaft, die mit langem Stroh zu tun hat, das sie a schonen will, wird das Strohgebläse wohl kaum brauchbar s zumal es für sich allein 16 bis 18 PS braucht. Wo es aber die Beseitigung des Strohs mit möglichst wenig Arbeitern m als auf seine Verwertung ankommt, ist das Strohgebläse zw mäßig. Die Maschine ruht auf Federn, damit sie an die Z lokomobile gehängt werden und auch schlechte Wege befah kann. Bei der Arbeit werden die Federn durch Klötze au schaltet. Das Kurzstrohsieb besteht aus einzelnen drehba Stücken, die stellbar sind. Über dem drehbaren Ferneinleger eine Welle mit Kreismessern zum Aufschneiden der Garb bänder angebracht. Vom Ferneinleger werden die Garben du einen Zubringer in die Trommelöffnung befördert. Ebenso bei der Maschine von Lanz sind alle Wellen in Kugellagern lagert. Die Dreschtrommel ist 660 mm lang, also auch nicht schonende Behandlung langen Strohs eingerichtet, ihr Du messer beträgt 320 mm.

Fördereinrichtungen für Drescherzeugnisse.

Beim Fortschaffen der Drescherzeugnisse machen die Kör mehr Schwierigkeiten als das Kurzstroh und die Spreu, weil schonender behandelt und nicht durch die Reste andern Kor verunreinigt werden dürfen. Preßluftförderer würden diese F derungen gut erfüllen können, und sie sind auch nicht nur Häfen zum Entladen von Schiffen, sondern auch vereinzelt Saatgetreidespeichern üblich. Aber ihr Kraftbedarf ist hoch. der Ausstellung brachte nun die Lommatzscher Maschinenfab Emil Beyreuther sowie Wilhelm Jaeger, Halle, Preßl förderanlagen für Getreide, die die Körner auf eine Entfern

Abb. 9. Schnitt *A-B* zu Abb. 8.

Abb. 11. Eiserne Dreschmaschine „Columbus“ von R. Wolf A.-G., Magdeburg.

v 200 m und 10 m Höhe fördern können. Durch eine besondere
führungsdüse wird das Getreide in die Druckluftleitung ge-
cht, damit es nicht durch die Gebläseflügel beschädigt wird.
h den Angaben von Beyreuther sind bei einer Förderung von
/h nur 5 PS nötig, aber das erscheint etwas knapp.

Die Ausnutzung der von der Industrie geschaffenen Förder-
ichtungen scheitert in der Praxis oft an der zu geringen
stung der Kraftmaschinen im Dreschbetrieb. Zum Be-
be der Dreschmaschine selbst ist bei Anwendung aller Hilfs-
ichtungen, wie Kurzstroh- und Spreugebläse, Strohpresse und
neinleger fast nur die Hälfte der ganzen Leistung erforderlich,
wenn noch ein Körnergebläse hinzukommt, übertrifft der
brauch der Hilfseinrichtungen den der Maschine. Es ist nun
t zu erwarten, daß der Brennstoffverbrauch der für große
schbetriebe allein angewendeten Dampflokomobilen wesentlich
ringert werden kann. In manchen Ge-
den, die ungünstige Verbindungen mit
Kohlenbezirken haben, kann aber viel-
ht einmal die Zeit kommen, in der die
brennungskraftmaschine den Dampf auch
größeren Leistungen verdrängt. Aller-
gs ist der Nutzen der Dieselmotoren in
Landwirtschaft nicht so groß wie in Be-
ben mit längeren Benutzungszeiten. Für
Wirtschaftlichkeit einer landwirtschaft-
en Maschine ist immer mehr der An-
affungspreis als die Höhe der Betriebs-
ten bestimmend. Dreschbetriebe errei-
n selten eine höhere Betriebstundenzahl
etwa 600, meistens viel weniger, und gut
genutzte Pflugmaschinen kommen nicht
r 1200 Stunden. Die Schwerölmotoren
en das Gebiet der Leistungen von 12 bis
PS, das früher der Dampfmaschine fast
in gehörte, schon erfolgreich betreten,
auf der Ausstellung war die Zahl der
selmotoren und ihrer kompressorlosen
rten von 4 bis 35 PS auf etwa 15 gestie-
. Sie werden auch schon in Motorpflüge
ebaut, wo sie ihres hohen Gewichtes
en scheinbar am wenigsten am Platze
. Da aber die Motorpflüge in einem
ondern Aufsatz behandelt werden sollen,
n hier nicht weiter darauf eingegangen
den.

Dampfpflüge.

Die Fortschritte in der Dampfmaschinentechnik sind in der letzten Zeit hauptsächlich bei den Dampfpflügen zutage getreten. Die Rheinische Metallwaren- und Maschinenfabrik hat an ihren Dampfpflugmaschinen den bekannten Rauchröhrenüberhitzer mit leicht auswechselbaren Einzelgliedern angewandt. Eine große Heizfläche erreicht man dabei nur durch die Ausnutzung mehrerer Reihen von Rauchröhren, in denen naturgemäß die Temperaturen verschieden sind. Um trotzdem Heißdampf mit gleicher Endtemperatur zu erhalten, legt Rheinmetall die letzten Rohre der Überhitzerelemente in die oberen Rauchröhren. Die kleinen Maschinen baut diese Firma als Einzylindermaschinen, die mittleren von 90 bis 120 PS auch in Tandemanordnung und die großen in der üblichen Anordnung mit nebeneinander liegenden Zylindern.

Abb. 10. Eiserne Dreschmaschine „Columbus“ von R. Wolf A.-G., Magdeburg.

Abb. 12 und **13.** Kleindampfpflug von A. Borsig.

Maschine

Hochdr.-Zyl.-Dmr.	140 mm
Niederdr.- „ „	230 „
Hub	180 „
Uml./min.	400
Betriebsdruck	15 at
Übersetzung des Pfluggetriebes	$\frac{17}{75} \cdot \frac{19}{70} = \frac{1}{16,25}$
Übersetzung des Fahrgetriebes	$\frac{17}{75} \cdot \frac{13}{57} = \frac{1}{19,34}$
Pfluggeschwindigkeit	70 m/min.
Fahrgeschwindigkeit	97,5 m/min.
Seilzug	3300 kg
Seil-Dmr.	14 mm

Kessel

Wasserberührte Heizfläche	7 m²
Rostfläche	0,3 m²
Überhitzerheizfläche	2,9 m²
Wasservorrat	500 l
Kohlenvorrat	300 kg

R. Wolf A.-G., Magdeburg, hat an den Dampfpfluglokomotiven einige hauptsächlich der Betriebsicherheit dienende Neuerungen angebracht, von denen einige auch für andre Lokomobilkessel Bedeutung haben können. Die Siederohre sind an den Feuerbüchsenden besonders starkwandig und an den Rauchkammerenden mehr als üblich aufgeweitet, was im Kampf mit Kesselstein vorteilhaft ist. Die Düsen der Injektoren sind nach Lösen zweier Klappschrauben leicht herausnehmbar, und endlich sind die Rauchgaswege am Überhitzer mit Rücksicht auf die Verwendung minderwertiger Brennstoffe besonders weit.

Der Kleindampfpflug von A. Borsig hat eine ganz abweichende Anordnung, die in der Trennung des Kessels von der Maschine besteht. Wie Abb. 12 und 13 zeigen, ist die Dampfmaschine mit der Seilwinde zusammen auf dem Fahrgestell neben dem Kessel aufgestellt, damit der Kessel von den Arbeitstößen der Maschine und diese von der Ausdehnung des Kessels entlastet wird. Der Kessel ist für 15 at Überdruck gebaut und hat eine Gesamtheizfläche einschließlich des Überhitzers von 10 die Verbunddampfmaschine hat 180 mm Hub sowie 140 u 220 mm Zyl.-Dmr. Nach einer schon seit einigen Iahren Borsig ausgeführten Bauart ist der Lokomotivkessel mit ei im Grundriß kreisförmigen Feuerbüchse versehen, bei der Versteifung durch Stehbolzen unnötig ist. Die gleiche Kesselfo benutzt Borsig bei seinen größeren Dampfpfluglokomotiven, de Maschine, wie üblich, auf dem Langkessel liegt.

Heinrich Lanz führte eine

Straßenzugmaschine.

Abb. 14 und 15, vor, die er in den beiden Größen 17/22/30 PS u 35/43/55 PS baut. Die kleinere der beiden ist in einem Schnei mühlenbetrieb im badischen Schwarzwald auch bereits erfo reich tätig und hat, wie von der Straßenbauverwaltung anerkan wird, die Fahrbahn nicht beschädigt, obwohl der Hinterac druck 5,2 und der Vorderachsdruck 2,3 t beträgt.

Abb. 14 und 15. Straßenzugmaschine von H. Lanz, Mannheim.

Die Felgen der Hinterräder sind bei einer Breite von 360 mm hwach kegelig geformt, damit sie sich der Querneigung der ıhrbahn anpassen und die ganze Breite für die Auflage ausıtzen. Ihr Durchmesser beträgt 1650 mm. Das ganze Maschingetriebe ist eingekapselt, um Staub fernzuhalten und zugleich n Fahrer von dem Anblick der ständig laufenden Teile zu beeien. Besonders wertvoll ist die Ausbildung des Achsenreglers, r bei dem Umlegen des Steuerhebels volle Füllung, also starken egendruck, gibt, so daß auch bei der Fahrt auf einer fallenden raße sofort gebremst wird. Die Maschine kann mit 3,3 oder 9 km/h fahren, sie hat einen Kohlentender für rd. 175 kg und nen Wasserkasten für 450 l. Durch einen Sauger kann sie aus dem Bach oder Teich Wasser nehmen. Es ist wünschenswert, ß auch die Straßenbauverwaltungen andrer Staaten dem Verhr der Zuglokomobilen künftig keinen Widerstand mehr entgegenstellen, wenn nachgewiesen wird, daß die Beschädigungen durch technische Mittel ähnlicher Art wie hier vermieden werden. Der Güterverkehr der Landwirtschaft und der ländlichen Gewerbe würde dadurch sehr erleichtert werden.

Für den landwirtschaftlichen Betrieb sind Verbesserungen an den Maschinen, die wie bei den meisten besprochenen keine grundlegende Neuerung, aber eine Erleichterung der Bedienung oder eine technische Vervollkommnung des Werkstoffes oder der Arbeitsgenauigkeit bedeuten, deshalb so wichtig, weil das Vertrauen der kleineren Besitzer, die noch immer etwas Furcht vor der Umständlichkeit der Maschinenbedienung haben, durch jede Vervollkommnung gestärkt wird. Dadurch wächst die Zahl der Maschinen in der Landwirtschaft, und das ist eines der wichtigsten Mittel, sie auf der Höhe intensiver Wirtschaftsweise zu halten. [B 633]

Zweckmäßiges Umladen im Güterverkehr.

Von der Eisenbahntechnischen Ausstellung in Seddin.

Um Zeitverluste zu vermeiden, die durch Umlen von Eisenbahnwagen auf Straßenfahrzeuge tstehen, und um gleichzeitig eine hygienisch einındfreie Beförderung von Nahrungsmitteln zu erchen, baut Fried. Krupp A.-G. Kesselwagen t abfahrbaren Kesseln, die mit geringer Mühe auf upp-Sattelschlepper umgeschlagen werden können, b. 1 und 2. Ein derartiger Kesselwagen befört insgesamt 16,6 m³ Flüssigkeit bei 15 t Ladegecht. Die Kessel sind zweireihig überlappt geetet, öldicht verstemmt und mit 1 at auf Dichtigit geprüft. Für ein ausreichendes Feststehen der essel auf dem Wagen durch Spannvorrichtungen gesorgt. Der hier beschriebene Kesselwagen det Verwendung zur Beförderung von Kokosfett, gnet sich aber ebenso für alle übrigen Flüssigiten. [M 841] G.

Abb. 1. Entladen der Kesselwagen auf den Sattelschlepper.

Abb. 2. Abfahrt der beladenen Wagenschlepper.

efahren bei Ölbränden in Häfen [1]).

Durch den Brand einer Ölbehälteranlage von heblicher Bedeutung in der alten malerischen ıuptstadt von Kalifornien Monterey ist die Aufrksamkeit wieder einmal auf die Bekämpfung der ısbreitung solcher Brände gelenkt worden. Die ılage stammt aus früherer Zeit und war deslb noch nicht mit Sicherheitsdämmen umschlossen. e zum Hafen herabströmende brennende Flüssigit entwickelte eine so starke Hitze, daß, wie behtet wird, auf ihrem Wege die Eisenbahnschienen h aufrollten und der Asphalt der Straßen „aufzehrt" wurde.

In der Bucht breitete sich die schwimmende Glut hnell über das glatte Wasser aus. Die Zeit war kurz, daß die in der Bucht ankernden Fischerote ihrem Schicksal überlassen werden mußten egen der mit den Bergungsarbeiten verbundenen oßen Gefahr. Bei Uferbränden in Seattle hat sich zeigt, daß brennendes Öl auf dem Wasser vor dem ind mit sehr beträchtlicher Geschwindigkeit treiben kann. Eine mit r Flut schwimmende Feuersäule brennenden Öls ist kaum zu bempfen. Als notwendigste Vorkehrungen sind schwimmende Sperren aus nicht entflammbaren Stoffen anzuwenden, die vielleicht den Brand begrenzen oder die, rund um die Hafenanlagen herum gelegt, das heranschwimmende Feuer fernhalten können. Ein sicheres Mittel dagegen muß indessen erst noch gefunden werden. [N 911] Bu.

[1]) „Engineering News-Record" Bd. 93 (1924) Nr. 14.

Die Großgasmaschine in der deutschen Kraftwirtschaft[1].

Von Paul R. Meyer, Nürnberg.

Nach kurzen Angaben über Bauarten und Verbreitung der deutschen Großgasmaschinen wird die neuere Entwicklung der Leistungssteigerung und Abwärmeausnutzung geschildert und die sich damit ergebende Wirtschaftlichkeit erörtert.

Bauarten.

Die deutschen Großgasmaschinen werden ausnahmslos in liegender Bauart hergestellt. Sie arbeiten nach dem Zweitakt- oder nach dem Viertakt- oder nach dem Viertaktverfahren.

Zweitakt-Gasmaschinen.

Die anfänglich gebauten Öchelhaeuser-Gasmaschinen mit zwei gegenläufigen Kraftkolben in einem an beiden Enden offenen Kraftzylinder hat man bald wieder verlassen. Heute kommt für die Zweitaktmaschine ernstlich nur noch die bekannte Körtingsche Bauart, Abb. 1, mit dopppeltwirkendem Kolben in Betracht. Die Zylinderköpfe werden jetzt meist in inneren Teil und Kühlmantel geteilt und mit Schrumpfsicherungen verstärkt. Seitdem sind die früher häufigen Brüche dieses Teiles selten geworden. Um die Gas-

[1] Beitrag zur Weltkraftkonferenz, London 1924.

Abb. 1. Zweitaktgasmaschine, Bauart Körting.

Abb. 2 und **3.** Doppelkolben-Großgasmaschine, Bauart Klein, Dahlbruch.

Abb. 4. Doppeltwirkende Tandem-Viertaktgasmaschine, Bauart Nürnberg.

…erluste zu vermindern, steuert …an das Gas durch einen beson…eren Gasschieber am Einlaß…entil. Die Maschinen werden …s Einzylinder- oder als Zwil…ngsmaschinen hergestellt. Tan…emanordnung ist möglich, er…rdert aber ein ziemlich schwe…s Triebwerk.

Neuerdings hat man eine …aschine gebaut, die eigentlich …ne doppeltwirkende Öchel…äuser-Maschine ist, Abb. 2 u. 3. …iese Bauart hat (ähnlich der …ehenden Chorlton-Maschine) …wei nebeneinanderliegende …raftzylinder mit doppeltwirken…en Kolben, deren Kolbenstan…en am gemeinsamen Kreuzkopf …kuppelt sind, so daß sie stets …e gleiche Bewegung ausführen. …ie Verbrennungsräume der bei…n Zylinder sind an den Enden …iteinander verbunden. Die in … der Zylindermitte liegenden …euerschlitze dienen in dem …nen Zylinder zum Einlaß für …uft und Gas, in dem andern …m Auspuff.

Die Maschine vermeidet die …sonderen Einlaßventile, so daß …n außen nur noch die Ladepumpen gesteuert werden und die …aschine einen ruhigen Eindruck macht. Sie soll auch mit …ößerer Drehzahl als andre Zweitaktmaschinen laufen und sich …her besonders für Dynamoantrieb eignen.

Abb. 5. Zwillings-Tandemgasdynamo von 6000 PS, ausgeführt von der Friedrich-Wilhelms-Hütte, Mülheim-Ruhr, für die Dortmunder Union.

Viertakt-Gasmaschinen.

Beim Viertakt verwendet man nur noch die allgemein be…nnte Nürnberger Bauart, Abb. 4, als Grundform. Die Ausfüh…ngen der verschiedenen Hersteller weichen natürlich in Einzel…iten voneinander ab. Die Zylinder werden einteilig und, be…nders bei den größeren Abmessungen, mehrteilig mit harter …ufbüchse ausgeführt. Die Einlaßsteuerung, die früher je zwei …beneinanderliegende Ventile, das Mischventil und das Einlaßventil, hatte, zeigt heute nur noch ein Ventil, das Einlaß- und Mischorgane vereinigt.

Abb. 6.

Mehrarbeit einer Großgasmaschine von Thyssen & Co. für Hütte Phönix, Ruhrort, mit Spülung und Aufladung (*a*) gegenüber einer gleich großen normalen Maschine (*b*).

Die Regelung, die im Anfang nur auf Änderung der Mischung von Gas und Luft wirkte (Qualitätsregelung), ändert heute häufiger die Menge an Gemisch, das in seiner Zusammensetzung nur wenig geändert wird (Quantitätsregelung). Man erreicht dies durch Verändern des Ventilhubes oder durch Verstellen von Drosselklappen in den Zuleitungen für Gas und Luft.

Die L e i s t u n g der Einzelmaschine beträgt 500—8000 PS. Maschinen unter 1000 PS kommen nur noch selten vor.

Bis zum Jahre 1923 wurden in Deutschland an Großgasmaschinen erbaut:

nach dem Zweitaktverfahren rd.	370 000 PS_e
„ „ Viertaktverfahren rd.	2 230 000 „
zusammen rd.	2 600 000 PS_e
Davon wurden in Deutschland rd.	2 000 000 PS_e
und im Ausland	600 000 „

aufgestellt.

Die L e i s t u n g der Einzelmaschine beträgt 500 bis 8000 PS. Maschinen unter 1000 PS kommen nur noch selten vor.

In den ersten Jahren ging man mit dem mittleren indizierten Kolbendruck bis auf 5,3 at und wendete gleichzeitig ziemlich hohe Verdichtung an. Die hierbei zeitweise auftretenden hohen Explosionsdrücke und hohen Temperaturen haben sich aber als ungünstig für die Haltbarkeit der Maschinenteile erwiesen, und man ist daher in den letzten Jahren durchweg auf eine mäßige Verdichtung und einen mittleren indizierten Druck von etwa 4,5 at zurückgegangen.

Leistungssteigerung.

Die Wünsche der Kraftverbraucher und der Wettbewerb mit der Dampfturbine drängten aber zu immer größeren Leistungen. Da erinnerte man sich, daß man die Leistung der Viertaktmaschine auf verhältnismäßig einfachem Wege bedeutend steigern kann, ohne sie mehr als bisher zu beanspruchen. Dies geschieht mit Hilfe des Spül- und Aufladeverfahrens. Die verbrannten Gase, die am Ende des Ausschubhubes noch im Verdichtungsraum verblieben sind, werden durch Druckluft von 0,2 bis 0,3 at ausgespült, und gegen Ende des folgenden Ansaughubes wird in das Gasüberschuß enthaltende Gemisch Druckluft nachgedrückt. Hierdurch wird der Verdichtungsraum für die Ladung gewonnen und die Temperatur des angesaugten Gemisches herabgesetzt. Entsprechend dem größeren Gewicht der Ladung steigt der mittlere indizierte Druck bis auf 6 at und darüber, was die Normalleistung um etwa 20 bis 40 vH erhöht, s. Abb. 6. Die größte Maschine leistet damit bis zu 12 000 PS. Um trotz des höheren mittleren Druckes die Maschine nicht zu gefährden, hat man den Verdichtungsraum soweit vergrößert, daß keine zu hohen Höchstdrücke auftreten.

Abb. 7. Wärmeverteilung in einer Großgasmaschine bei verschiedener Belastung.

Dieses Verfahren läßt sich in einfacher Weise durchführen. Eine verhältnismäßig geringfügige Änderung an den Einlaßventilen und eine Zuleitung für die meist durch ein Turbogebläse erzeugte Druckluft sind die wesentlichen Unterschiede gegenüber der normalen Viertaktmaschine. Es versteht sich von selbst, daß man jederzeit von Spül- und Ladebetrieb selbsttätig oder durch einfache Handgriffe auf Normalbetrieb und umgekehrt umstellen kann.

Abwärmeverwertung.

Parallel zu den Bestrebungen, die Leistung der Einzelmaschine zu steigern, ging der Wunsch, auch die spezifische Leistung, den thermischen Wirkungsgrad, zu verbessern. Abb. 7 gibt einen Einblick in die Wärmeverteilung bei verschiedenen Belastungen. Nur ein kleiner Teil der in Form von Kraftgas verbrauchten Energie wird in nutzbare Arbeit, ein noch kleinerer Teil wird in Reibungsarbeit usw. umgesetzt, während 70 bis 85 vH mit dem Kühlwasser und den heißen Auspuffgasen verloren gehen.

Wir sehen somit, daß Verbesserungen der mechanischen Verhältnisse der Maschine wärmewirtschaftlich nicht viel einbringen. Dagegen können die Verluste im Kühlwasser und Abgas noch wesentlich vermindert werden, wenn es gelingt, diese Wärme in brauchbarer Form zu erfassen.

Abb. 10.
Sankey-Diagramm der Abwärmeverwertung bei Großgasmaschinen.

a Frischgas, *b* Gasmaschinenleistung 1 PSe, *c* Hochdruckdampf, *d* Mitteldru[ck]dampf, (*d* 315 gleichwertig mit *c* 270), *e* Gasmaschinenanlage, *f* Dampfkess[el]anlage, *g* Gasmaschine, *h* Abwärmekessel, *i* gasgefeuerter Kessel, *k* Verlu[st] in der Gasmaschinenanlage durch *l* Reibung, *m* Kühlwasser, Strahlung, *n* A[us]puff, *o* Kaminverlust.

Die Abgase verlassen die Gasmaschine mit 400 bis 700° Das sind Temperaturen, womit man hochüberhitzten Dampf b[is] zu 20 at wirtschaftlich erzeugen kann. Die Versuche nach dies[er] Richtung gehen bis in die Anfangszeit der Großgasmaschinen z[u]rück, aber erst der Brennstoffmangel des letzten Jahrzehnts ve[r]half der Abwärmeverwertung zu einer solchen Verbreitung, d[aß] heute in Deutschland wohl keine Gasmaschine mehr ohne ein[en] Abwärmekessel aufgestellt wird.

Diese Kessel werden durchweg als geschlossene Rauc[h]röhrenkessel gebaut, Abb. 8, deren ausziehbares Röhrensystem au[ch] auf der Wasserseite leicht gereinigt werden kann. Hinter de[m] eigentlichen Kessel wird gewöhnlich ein nach der gleichen Anor[d]nung gebauter Speisewasservorwärmer und vor dem Kessel e[in] Überhitzer aufgestellt. Die ganze Anlage ist so gebaut, daß zufäll[ig] in der Auspuffleitung auftretende Verpuffungen von unverbran[n]tem Kraftgas keine Schäden anrichten können. Solche Abwärm[e]kessel kühlen die Abgase auf 150 bis 200 °C ab und erzeugen d[a]bei für 1 PSh rd. 1 kg Dampf von meist 12 bis 15 at und 300 b[is] 400° C.

Heiß- und Siedekühlung.

Aber auch die großen Wärmeverluste im Kühlwasser reizt[en] immer wieder zu Verbesserungsversuchen. Solange das Küh[l]

Abb. 8. Abwärmedampfkessel mit Dampfüberhitzer und Speisewasservorwärmer hinter Großgasmaschinen der MAN, Nürnberg.

Abb. 9. Schema einer Großgasmaschinenanla[ge] mit Abwärmeverwertung aus Kühlwasser und Auspuff, Bauart MAN, Nürnberg.

a Gasmaschine
b Dampfabscheider
c Abwärmekessel
d Vorwärmer
e Hochdrucküberhitzer
f Mitteldrucküberhitze[r]
g Zweidruck-Turbodyn[amo]
h Kondensator
i Speisepumpe

Zahlentafel 1. Gasmaschinen- und Dampfturbinenanlage bei gleichem Brennstoffverbrauch und 70 vH Ausnutzungsziffer.

Gaskraftanlage 75 000 PS_e Dauerleistung	ℳ
Gasdynamos von je 10 000 PS_e; " " " 5 000 "; Gasgebläse " " 3 200 "; Turbodynamos von je 7 000 kW = 10 000 PS_e; ämtliche Hilfsmaschinen, Gasreinigung usw., Feinkoks-Gaserzeuger, Laufkran, Fundamente, Fracht, Aufstellung	13 000 000
aulicher Teil	1 800 000
Eingebaute Leistung 105 000 PS_e	14 800 000
bschreibung, Verzinsung, Unterhaltung, 14 vH für den maschinellen Teil	1 820 000
6 " " " baulichen Teil	108 000
edienung, Wartung, Aufsicht	180 000
chmierung	162 000
rennstoffkosten	5 200 000
Jahreskosten (75 000 PS_e × 8760 h)	7 470 000
1 PS_eh	1,135 ₰

Dampfturbinenanlage 51 700 PS_e Dauerleistung	ℳ
11 gasgefeuerte Teilkammerkessel; 1 Wanderrostkessel; 4 Turbodynamos von je 11 000 kW = 16 000 PS_e; 3 Turbogebläse von je 3 500 PS_e; Sämtliches Zubehör usw., Laufkran, Fundamente, Fracht, Aufstellung	7 500 000
Baulicher Teil	1 000 000
Eingebaute Leistung 74 500 PS_e	8 500 000
Abschreibung, Verzinsung, Unterhaltung, 14 vH für den maschinellen Teil	1 050 000
6 " " " baulichen Teil	60 000
Bedienung, Wartung, Aufsicht	150 000
Schmierung	20 000
Brennstoffkosten	5 200 000
Jahreskosten (51 700 PS_e × 8760 h)	6 480 000
1 PS_eh	1,435 ₰

$$\frac{1,435}{1,135} = 1,264.$$

asser nur mit geringer Temperatur abfloß, war an eine wirtchaftliche Wiedergewinnung seiner Wärme nicht zu denken. Es alt also, diese Temperatur so zu steigern, wie es die sichere eherrschung der Verbrennung und die Haltbarkeit der Maschine uließen.

Man ging dabei auf zwei Wegen vor: In dem einen Fall etzt man das Kühlwasser unter so hohen Druck, daß bei der öheren Temperatur in den Kühlräumen keine Dampfbildung einritt. Erst in einem besonderen Sammelkessel, wo das über 100° rwärmte Wasser etwas entspannt wird, verdampft ein Teil des Vassers, während der Rest, vermehrt um eine entsprechende peisewassermenge, den Kühlräumen im Kreislauf wieder zugerückt wird. Man erhält hierbei auf 1 PSh etwa 0,6 kg Sattdampf on 1,5 bis 2 at abs.

Beim zweiten Verfahren läßt man die Dampfbildung in den ühlräumen zu und sorgt nur dafür, daß dieser Dampf schnell bgeführt wird. Das mit Dampfblasen durchsetzte Kühlwasser eigt in einen über der Maschine liegenden Dampfabscheider nd fließt, vom Dampf befreit, wieder den Kühlräumen zu. Der mlauf ist äußerst lebhaft, eine Pumpe überflüssig. Bei diesem erfahren erhält man etwa 0,6 kg Sattdampf von 6 at abs für PSh.

Je nach der Verwendung kann man den aus dem Kühlwasser ewonnenen Sattdampf unmittelbar verwenden oder erst in einem berhitzer trocknen.

In Abb. 9 ist die Abwärmeverwertung einer Großgasaschine dargestellt. Der erzeugte Dampf wird in einer Zweiruckturbine Brünner Bauart ausgenutzt, die damit auf 1 PSh er Gasmaschine weitere 0,36 PSh erzeugt.

ine neuzeitliche Viertaktmaschine verbraucht un bei etwa 70 vH Belastung und darüber icht mehr als 2400 kcal/PS_eh. Der thermische Virkungsgrad der Gaskraftanlage mit Abärmeverwertung ist also:

$$\frac{1,36 \cdot 632}{2400 \cdot 100} = 36 \text{ vH}.$$

In vielen Fällen, so z. B. in den meisten üttenwerken, Zechen und chemischen Großetrieben, ist aber neben dem Gasmaschinenetrieb eine ausgedehnte Dampfkraftwirtschaft orhanden. Hier ersetzt der in den Gaskraftnlagen erzeugte Dampf einen entsprechenden eil des Dampfes, den man bisher in unmittelar befeuerten Kesseln herstellen mußte.

Abb. 10 zeigt einen solchen Fall im Sankeyiagramm. Der Gasbetrieb gibt Dampf an en Dampfbetrieb ab und erhält dafür den nst für diesen Zwecke verbrauchten Brennoff, sei es in der Form von Gas, wie in em Beispiel, sei es als Gutschrift nach em Brennstoffwert. Der Gaskraftanlage nd also über den bisherigen Gasverbrauch es Dampfbetriebes hinaus nur 1150 kcal/PS_eh zuzuführen, was einer Wärmewirtschaftlichkeit von $\frac{632}{1150 \cdot 100} = 55$ vH gleichkommt.

Wo man die Abwärme zu Bade-, Heiz- oder Kochzwecken verwenden kann, steigt die Ausnutzung noch wesentlich höher, in unserm Beispiel bis auf 80 vH. Berücksichtigt man, daß der thermische Wirkungsgrad einer großen Hochdruck-Dampfturbinenanlage neuester Bauart für rd. 40 at und 450 °C im günstigsten Fall etwa 28 vH beträgt, so ergibt sich, daß eine Großgasmaschinenanlage bei Abwärmeausnutzung wärmewirtschaftlich immer noch wenigstens um ⅓ günstiger arbeitet.

Nur der Dieselmotor kommt in der Wärmeausnützung der Gaskraftanlage gleich und übertrifft sie vielleicht um etwas, wenn man die Wärme der Auspuffgase und des Kühlwassers zur Dampf- und Krafterzeugung heranzieht. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß die Auspuffgase bei Dieselmaschinen selten mehr als 400° haben und daher zur Erzeugung von hochgespanntem und überhitztem Dampf kaum in Frage kommen.

Geldwirtschaftlichkeit.

Nachdem bewiesen ist, daß eine neuzeitliche Großgasmaschinenanlage wärmewirtschaftlich immer noch mit an erster Stelle steht, ist zu prüfen, wie sich die Gestehungskosten der erzeugten Kraft bei Gasmaschinen- und bei Dampfturbinenbetrieb zu einander verhalten. In Zahlentafel 1 sind diese Kosten für eine Hochofenanlage aufgestellt, die täglich 1000 t Roheisen erzeugt und mit der entsprechenden Koksanlage vereinigt sei. Die Preise entsprechen der deutschen Marktlage am 1. April 1924. Der Gasmaschinenanlage ist eine Dampfturbinenanlage nach dem

Abb. 11. 10 Hochofen-Gasmaschinen von 25 000 PS_e der MAN, Nürnberg, für die Adolf-Emil-Hütte, Esch a. d. Alzette.

neuesten Stande der Technik gegenübergestellt, d. h. nach der Brünner Bauart für hochüberhitzten Hochdruckdampf. Für beide Anlagen ist eine Ausnutzungsziffer von 70 vH angenommen. Die Gasmaschine verbrauche 2500 kcal, die Dampfturbine 2700 kcal/PSe.

Mit der für Kraftzwecke zur Verfügung stehenden Menge von Gas und Koksgrus können erzeugt werden: 75 000 PS_eh in der Gasmaschinenanlage und zwar 56 000 PSe mit Gasmaschinen und 19 000 PSe aus der Abwärme, dagegen 51 700 PSe in der Dampfturbinenanlage.

Abb. 12. Gaskompressor von Thyssen & Co., Mülheim-Ruhr.

Die Gestehungskosten der Kraft belaufen sich in den beiden Fällen auf 1,135 und 1,435 ₰/PS_eh.

Bei Gasmaschinenbetrieb wird also etwa 50 vH mehr Strom als beim Dampfturbinenbetrieb mit dem Gas erzeugt. Außerdem sind beim Dampfbetrieb die Gestehungskosten für die Kraft um etwa 26 vH höher.

Wird die elektrische Energie an die andern Betriebe des Werkes oder nach außen abgegeben und hierfür nur der Selbstkostenpreis bei Dampfturbinenantrieb verrechnet, so gewinnt man bei Gasmaschinenbetrieb jährlich schon etwa 1 800 000 ℳ, was gestattet, die Anlage in der halben Zeit abzuschreiben.

Soll die Anlage zur Erweiterung eines schon bestehenden Werkes dienen, wo schon ein größerer Dampfbetrieb vorhanden ist, so kann man mit der Gasmaschinenanlage etwa 110 000 PS_e erhalten.

Verglichen mit der Dampfturbine, bleibt also auch heute noch die Großgasmaschine der wirtschaftlichste Krafterzeuger für Neuanlagen und Erweiterungen solcher Betriebe, die Gas verfeuern und mit dauernd hoher Belastung ihrer Kraftwerke rechnen dürfen.

Verwendung.

Die meisten Großgasmaschinen sind in Hüttenwerken aufgestellt und erzeugen dort elektrischen Strom, Abb. 11, oder Wind für Hochöfen und Stahlwerke. Vereinzelt hat man diese Maschinen auch zum Antrieb für Walzwerke, Kompressoren und Pumpen benutzt. Als Brennstoff kommt hauptsächlich fein gereinigtes Hochofengas, ausnahmsweise auch Koksofen- oder Koks generatorgas in Betracht.

Viele Großgasmaschinen hat man auch auf Zechen aufge stellt, wo sie mit Koksofengas oder Koksgeneratorgas betriebe werden und in der Hauptsache elektrischen Strom erzeuge Neuerdings finden Luftverdichter mit Gasmaschinenantrieb imme häufiger Verwendung, Abb. 12.

In welchem Maß die Großgasmaschinen in chemische Großbetrieben Eingang gefunden haben, kann man daraus e sehen, daß ein größeres Werk dieser Art neben Dampfkraftmasch nen von 50 000 PS 38 000 PS und ein andere 20 000 PS an Großgasmaschinen eingebaut ha Die Maschinen erzeugen dort elektrischen Stro oder treiben Hochdruckverdichter an un werden mit Gas aus Generatoren oder Abfal gasen aus den chemischen Prozessen gespeis In diesen Betrieben haben sich die Großga maschinen als so betriebsicher und wirtschaft lich erwiesen, daß man sie in noch we größerem Umfang verwenden will, sobald ma die mulmige Braunkohle sicher und wirtschaf vergasen kann.

Auch in Papierfabriken hat sich diese Ma schinenart besonders dort bewährt, wo sie bei Antrieb von Holzschleifern, Abb. 13, oder vo Stromerzeugern für elektrolytische Anlage dauernd hoch belastet ist. Mondgas und Gene ratorgas aus Braunkohlenbriketts bilden i einigen dieser Anlagen vorteilhafte Brennstoff

Die Gasmaschine ist namentlich dort a Platze, wo man mit hoher Belastung rechne

Abb. 13. Gasmaschinen von 2700 PS der MAN, Nürnberg, für die Papierfabrik M. Ellern, Forchheim.

muß und die Ausgaben für Brennstoffe gegenüber de Kapitalkosten in den Vordergrund treten. Nicht unbe trächtlich hat zur Verbreitung der Gasmaschinen beigetragen daß man nach Überwindung anfänglicher Schwierigkeiten durc genau und schnell arbeitende Regelung und durch richtige Be messung der elektrischen Stromerzeuger einen einwandfreie Parallellauf mit andern Kraftmaschinen ermöglicht hat. So konnt man auch die Großgasmaschinenkraftwerke an die elektrische Kraftnetze anschließen, die heute die Industriegebiete überziehe und dazu beitragen, daß die erzeugte Energie wirtschaftlich ver wertet wird. [B 572]

Neue Maschine zum Zusammenpressen von Brückenkabeln.

Für die bisher erbauten Hängebrücken wurde das Zusammenpressen der Kabel auf den geringsten für die Praxis brauchbaren Durchmesser dadurch bewirkt, daß eine aus zwei halbkreisförmigen, an einer Seite durch ein Gelenk verbundenen Gußstücken bestehende klammerartige Vorrichtung durch eine hydraulische Presse zusammengezwängt wurde. Diese Einrichtung hat sich jedoch für die 762 mm dicken Kabel der neuen Hängebrücke über den Delawarefluß als nicht ausreichend erwiesen, es ist deshalb nötig geworden, für die ungewöhnlichen Abmessungen der neuen Kabel eine neue Maschine zu erbauen.

Die Maschine besteht aus einem rechteckigen Stahlrahmen aus sechs Paar U-Eisen, die den Gegendruck von sechs hydraulischen Pressen aufnehmen. Nach einem Kreis geformte Gußstücke sind mit den hydrau lischen Pressen verbunden, die die Kabeldrähte in die genaue Kreis form zusammenpressen. Der Druck wird von allen Pressen gleichzeiti ausgeübt, und zwar mit rd. 428 kg/cm², was eine Gesamtkraft auf ei Kabel von etwa 20 t bedeutet. Zunächst wurde ein Modellquerschnit hergestellt, um den Ausführungsquerschnitt der Kabel genau vorauszu bestimmen, was notwendig war, damit die Kabelhülsen mit genaue Durchmesser hergestellt werden konnten und so die Gefahr des Gleiten vermieden wurde. Zum Modell, das rd. 150 cm lang war, wurde derselb Draht genommen, der für die Kabel selbst gefertigt war; er wurde au Länge geschnitten und in 61 Litzen zu 306 Drähten genau in derselben Weise aufgelegt, wie sie in den Kabeln liegen sollten. Der Modellquerschnitt wurde durch die Maschine auf rd. 760 mm Dmr. zusammengepreßt. („Engineering News-Record" Bd. 93 (1924) Nr. 15.) [N 918] Bu.

Die neue Automobil-Ausstellungshalle
des Reichsverbandes der Automobilindustrie.

Von J. Krämer und Hans Schmuckler, Berlin.

(Schluß von S. 1301.)

Ausführung.

Nach Bewältigung der erheblichen Erdarbeiten wurden zuerst die Eisenbetongründungen der Haupthallenbinder ausgeführt, Abb. 8 und 9. Diese haben nicht nur die beträchtliche Auflast der Binder, die sich aus den Dach- und Galeriebelastungen zusammensetzt, zu tragen, sondern auch den Erddruck aufzunehmen, den die inneren Kellerabschlußwände auf sie übertragen. Auch der Erdschub von den äußeren Kellerabschlußwänden wird durch die Kellerdecke z. T. auf die Hauptfundamente übertragen. Der größte zulässige Kantendruck der Gründungen wurde mit 4 kg/cm² festgesetzt, während der Druck zwischen Binderauflage und Gründung 33 kg/cm² nicht übersteigt. Die in den Fundamentklotz einbetonierten Fußgelenke der Dreigelenkbogen-Hauptbinder zeigen Abb. 10 und 11. Sie bestehen aus Abfällen von Breitflanschträgern Nr. 60/75, deren Stege für den hohen Binderauflagerdruck (158 t) durch aufgenietete U-Eisen verstärkt wurden. Das Gelenk selbst besteht lediglich aus einer etwas gewölbten, auf den Trägerabschnitt aufgenieteten Flußstahlplatte, auf die sich die durch zwei Knaggen gegen Seitenverschiebung geschützten Binderfüße unmittelbar aufsetzen.

Die Binder sind, wie bereits erwähnt, Dreigelenkbogen von 47 m Spannweite mit 20 m Scheitelhöhe. Ihre Ausführung bietet keine Besonderheiten. Das Scheitelgelenk wurde in einfachster Weise nach Abb. 12 bis 14 ausgeführt. Die Hauptkragträger der Galeriedecke sind deshalb nicht in die Binderachsen gelegt, weil sie hierdurch unliebsame Konstruktionsschwierigkeiten, insbesondere aus der Konsolwirkung große Biegungsmomente über den ganzen Binder ergeben hätten. Diese Konsolträger sind je zu beiden Seiten des Binders in 1,85 m Abstand von diesem angeordnet.

Abb. 8 und 9. Eisenbetongründung der Haupthallenbinder.

Abb. 10 und 11. Fußgelenke der Dreigelenk-Bogenbinder.

Schwierig war die Konstruktion der Durchdringung dieser Konsolträger mit den sie tragenden Unterzügen. Da die Unterzüge für die Hauptglieder ununterbrochen durchgehen mußten, so blieb nichts andres übrig, als die am Obergurt auftretenden Zugspannungen der Konsole mittels durchlaufender Lamellen auf die inneren Hilfsunterzüge zu übertragen und die Druckkräfte vom Konsol auf den Hilfsunterzug dadurch überzuleiten, daß sowohl die Stehbleche als auch die senkrechten Anschlußwinkel beider an ihrer Auflagerfläche am Unterzug sauber bearbeitet, satt zur Auflage kamen.

Neuartig erscheint wohl auch die Ausbildung des Pfettenanschlusses in den Seitenhallen. Hier wurden nach Abb. 15 die die Pfette bildenden I-Träger an den Enden am Obergurt des Binderträgers aufgeschlitzt und unten bis zum Binderuntergurt hinuntergezogen, danach in die sich bildenden offenen Dreiecke je ein Blechstück eingeschweißt. Die Ausführung ist verhältnismäßig einfach und nicht teuer. In ähnlicher Weise wurden auch die bogenförmig herabgezogenen Anschlüsse der Blechträgerpfetten in der Haupthalle hergestellt. Zu erwähnen ist noch die in zwei Ebenen als Blechträger ausgebildete Traufpfette, die mit dem in der Dachneigung liegenden Teile die Dachschübe in die Binder ableitet, während der senkrechte Teil die senkrechten Lasten aufnimmt.

Um in einzelnen Feldern Ausströmöffnungen für die Luftheizung zu erreichen, mußte man die Blechträgerpfetten dieser Felder nach Abb. 16 bis 18 mit Schlitzen versehen, bei denen der Verlust an Widerstandsmoment durch Umrahmung mit Winkeleisen ersetzt wurde.

Abb. 12 bis 14. Scheitelgelenk.

Als Besonderheit dieser Halle sei noch auf die beiden

Fahrgerüste

hingewiesen, die auf den inneren mit Flacheisenschienen versehenen Randträgern der Galerie außerhalb des Geländers laufen und deren zweite Rollenlagerführung an den dem First benachbarten Blechträgerpfetten aufgehängt worden ist. Diese beiden Gerüste, Abb. 19 und 20, dienten nicht etwa dem Zusammenbau der Eisenkonstruktion, sondern sind für die Herstellung der Steineisendecke als Schutzgerüst und für die Maler- und Installationsarbeiten am Dach ausgeführt worden; außerdem sollen sie in der Halle verbleiben, um für Ausbesserungen, zum Anbringen von Ausschmückungen sowie für Film- und photographische Aufnahmezwecke bereit zu stehen. Für den Ruhezustand werden die Gerüste an den Südgiebel verschoben, und zw schen ihren Füßen bleibt Platz genug für einen u gehinderten Ausstellungsbetrieb. Die beiden G rüste bestehen aus einer einfachen Eisenkonstru tion mit treppenförmigen Arbeitspodesten, die n Holz abgedeckt sind. Eine besondere Ausschieb bühne gestattet auch Arbeiten an der verhältni mäßig weit entfernten inneren Traufkante. D Gerüste werden elektrisch angetrieben, sind ab außerdem noch mit einem Handantrieb versehe Ihre Konstruktion ist in Abb. 21 bis 24 dargestel

Der Zusammenbau der Eisenkonstruktionen.

Für den Zusammenbau der Eisenkonstrukt onen wurden vier eiserne Gittermaste, s. Abb. aufgestellt, die zu zweien zusammenarbeitend an einem kurzen Auflager eine Binderhälfte z heben hatten. Die beiden Binderhälften wurd dann, nachdem das Scheitelgelenk zusammengefügt worden wa durch zwei Bolzen im Scheitelgelenk verbunden, währe die beiden Fußgelenke einfach mit Knaggen um die Auflage platte herumgriffen. Die Aufstellung eines Binders dauer etwa eine Stunde. Da die Binderhälften vor dem Hochziehe auf der Zulage des Zusammenbauplatzes vollständig zusamme genietet werden konnten, so war jede Luftnietarbeit entbehrlic Die Blechträgerpfetten wurden von denselben Masten aus mit Au legern eingebaut, während der Binder bis zum völligen Einba der Pfetten noch mit den Hauptgittermasten verbunden blieb. A den senkrechten Binderteilen wurden die Pfetten mittels Schraube befestigt, so daß auch hier jede Nietarbeit in der Luft vermiede werden konnte. Danach wurden mit den gleichen Mastausleger die Sparren hochgezogen und mit den Pfetten durch unterleg Keilstücke verschraubt. Der Zusammenbau begann in dem Win verbandfeld 8/9 und erstreckte sich gleichzeitig nach beiden Se ten, da die verfügbare kurze Zeit diese Arbeitsteilung und d Aufstellung von zweimal zwei Masten bedingte. Die Galeri konstruktion konnte mit einfachen Fahrböcken eingebaut werde

Abb. 16 bis 18. Blechträgerpfetten mit Ausströmöffnungen für die Luftheizung.

Abb. 15. Pfettenanschluß in der Seitenhalle.

Abb. 19 und 20. Fahrgerüst.

Am 6. Juni 1924 begann der Zusammenbau; am 25. Juli 1924 ar die gesamte Hallenkonstruktion bis auf einen Teil der Niet-beit an den Galerien im wesentlichen beendet.

Die gesamte Eisenkonstruktion hat ein Gewicht von etwa 00 t. Von diesen entfallen auf die Kellerdecken rd. 150 t, auf e eigentliche Hallenkonstruktion ohne Galerien etwa 600 t und f sonstige Nebenkonstruktionen, wie Treppen, Überlagträger w. etwa 450 t, oder bei einer Hallengrundfläche von 10 250 m² 6 kg/m² bzw. unter Berücksichtigung der Galeriefläche bei 250 m² Nutzfläche 85 kg/m², auf die Nutzfläche bezogen.

Die gesamte Eisenkonstruktion der Halle wurde von der irma Breest & Co. entworfen und ausgeführt; die Träger, Unter-ige und Stützen des Restaurationsvorbaues lieferten die Linke-

Abb. 21 bis 24.
Konstruktion des Fahrgerüstes.

Abb. 21 und 22.
Rollstützen des Fahrgerüstes.

ofmann-Lauchhammer-Werke. Die gesamten Bauarbeiten waren oswau & Knauer übertragen. Die Steineisendecken wurden in r üblichen Weise mittels Schalung durch die Firma Raebel-erke hergestellt. Die Eindeckung des Daches mit Ruberoid war den Ruberoid-Werken übertragen, und die der kittlosen Oberlichte der Firma J. Eberspächer, Eßlingen. Die Heiz- und Lüftanlagen wurden von den Firmen Körting A.-G., Schäffer & Walker und Rud. Otto Meyer ausgeführt. [B 898]

Abb. 23 und 24.
Fahrgerüst-Aufhängung.

Die Wasserkraft-Speicheranlagen Tübingen und Reutlingen.

Von Oberingenieur A. Maas, Ravensburg.

Die in dem Aufsatz „Hydraulische Hochspeicher-Kraftwerke", Z. 1924 Nr. 45 und 46, dargestellten Anlagen sind noch zu ergänzen durch Angaben über das nur kurz erwähnte Werk Tübingen (S. 1168) und über die Speicheranlage der Stadt Reutlingen, das Kraftwerk Kirchentellinsfurt, dessen Ausführung erst vor kurzem beschlossen worden ist.

Das Werk Tübingen ist, wie schon an der genannten Stelle erwähnt, das Beispiel einer Kleinspeicheranlage. Der Hochbehälter auf dem Österberg ist als Tagesspeicher für 16 h Pumpenbetrieb und 8 h Turbinenbetrieb vorgesehen und ganz in Eisenbeton erbaut. Er faßt rd. 6600 m³, hat rechteckigen Grundriß von 44 m Länge und 25 m Breite und 6 m größter Wassertiefe. Das an den Hochbehälter angebaute Schieberhäuschen enthält den Absperrschieber für die Rohrleitung und den Wasserstandzeiger mit Alarmeinrichtung und Fernmelder. Vor dem Rohreinlauf sind noch eine Verschlußklappe mit Fernbedienung und der Rechen eingebaut. Vom Hochbehälter führt eine schmiedeiserne Rohrleitung von 620 m Länge und 400 mm l. W. zum Maschinenhaus. Kurz vor dem Eintritt gabelt sie sich in die Verteilleitungen für Turbine und Pumpe, Abb. 1 und 2.

Abb. 1 und **2.** Maschinenanlage des Speicherwerkes Tübingen.

Die von Escher, Wyss & Cie. gelieferte Francisspiralturbine leistet bei 114 m Nutzgefälle 292 PS und läuft mit 1500 Uml./min. Das Laufrad aus zähem Grauguß ist fliegend angeordnet, die Leitschaufeln aus Stahlguß sind für Außenregelung gebaut. Mit der selbsttätigen Regelung der Turbine, Abb. 3, ist auch hier zwangläufig ein Druckregler verbunden. Die Turbine ist mit einem Zweimaschinen-Dynamosatz durch eine während des Betriebes aus- und einrückbare Kupplung verbunden. Der Maschinensatz besteht aus einer Drehstrom- und einer Gleichstromdynamo; er dient zugleich als Umformer für den aus dem eigenen Dampfkraftwerk (Gleichstrom) oder aus dem eigenen Neckarwerk und dem Überlandwerk Herrenberg-Kiebingen (Drehstrom) bezogenen Strom. Beide Dynamomaschinen des Umformersatzes haben demnach je nach der Schaltung als Stromerzeuger oder als Motor zu arbeiten. Die mit dem Maschinensatz ebenfalls durch eine während des Betriebes ein- und ausrückbare Kupplung verbundene Pumpe fördert 85 l/s auf 122 m man. Höhe, w[as] einem Kraftbedarf von 190 PS entspricht. Eine zweite Pum[pe] wird unabhängig von der Neckarturbine oder von der mit die[ser] gekuppelten Drehstromdynamo durch Riemen angetrieben. [Sie] pumpt 25 l/s in die gleiche Druckrohrleitung auf 122 m ma[n.] Förderhöhe und macht gleichfalls 1500 Uml./min.

Turbinen- und Pumpenverteilleitungen sind durch Absper[r]schieber verschließbar. Zwischen Pumpe und Absperrschieb[er] ist jeweils eine Rückschlagklappe eingeschaltet. Das Speich[er]wasser wird dem Neckar entnommen und ihm nach seiner V[er]wendung wieder zugeführt.

Kirchentellinsfurt.

Schließlich soll noch auf den erst kürzlich beschlossen[en] Bau der Speicheranlage der Stadt Reutlingen, des Kra[ft]werkes Kirchentellinsfurt, eingegangen werden, das in manch[er] Beziehung von den besprochenen Anlagen abweicht.

Das Niederdruckkraftwerk verwertet eine Gefällstufe d[es] Neckars von normal 6,26 bis 6,8 m durch zwei liegende Turbin[en]sätze mit einer Schluckfähigkeit von je 12 bis 12,6 m[³/s] aus, die als Doppelzwillingsturbinen in Heberkesseln je für ei[ne] Höchstleistung von 900 PS bei 300 Uml./min gebaut werden. I[n] versetzte Einbauart nach Patent Hallinger, die bei den A[n]lagen München, Südwerk III, und Rosenheim mit Erfolg durc[h]geführt worden ist[1]), konnte auch hier vorteilhaft angewan[dt] werden, Abb. 4 und 5. Beide Turbinen sind mit den Drehstro[m]erzeugern unmittelbar gekuppelt.

Das freie Wellende der wasserabwärts liegenden Turbi[ne] treibt außerdem über ein Stirnradgetriebe eine Speicherpumpe d ([...] die bei 1000 Uml./min 350 l/s auf 135 m manometrische Hö[he] fördert. Dadurch wird die elektrische Umformung vermied[en] und eine Krafterspamis von rd. 18 vH erzielt. Beim ande[ren] Speichersatz, Speicherpumpe d (Abb. 4) mit einer Pumpe[n]leistung von 665 l/s auf 135 m wird der Umformer in der Hau[pt]sache durch Nachtfremdstrom gespeist. Er ist mit einer Hoc[h]

Abb. 3. Francisturbine des Speicherwerkes Tübingen mit Regler.

druckspiralturbine von 2000 PS bei 120 m Gefäll, 1,55 m³/s Wass[er]menge und 1000 Uml./min starr gekuppelt. Beide Pumpensät[ze] werden durch elektromagnetische Kupplungen zu- und abgeschalt[et]. Auch diese Pumpen erhalten wie die Pumpen des Schwarzenbac[h]werkes verstellbare Leitvorrichtungen und hydraulisch gesteuer[te] EWC-Kugelschieber. Während sich die Leitradschaufeln der klein[en] Speicherpumpe in Verbindung mit dem Turbinenregler selbsttät[ig] auf die jeweils für Pumpzwecke zur Verfügung stehende Tu[r]binenleistung einstellen, wird das Leitrad der großen Pum[pe] elektrisch vom Schaltbrett aus verstellt oder von Hand an d[er] Pumpe selbst. Die Pumpen werden mit ähnlichen Sicherhei[ts]vorrichtungen ausgerüstet wie die Schwarzenbachpumpen. S[o]wohl die Niederdruckturbinen als auch die Spiralturbine und d[ie] Pumpen erhalten Außenregelung und sind der Firma Esch[er] Wyss & Cie. in Ravensburg in Auftrag gegeben. In Verbindu[ng]

[1]) s. Z. Bd. 68 (1924) S. 119.

dem Geschwindigkeitsregler der Spiral-
bine steht ein Druckregler, und als Rohr-
chluß für die Turbine dient auch hier ein
gelschieber.

Die Pumpen saugen aus einem kleinen
serabwärts gelegenen Vorbecken mit Über-
, in das auch der Turbinenschacht der
ralturbine mündet. Das Vorbecken wieder-
steht mit dem Gegenbecken durch eine
rleitung in Verbindung, dessen Inhalt mit
ksicht auf den Bedarf an Tagesspeicherung
40 000 m³ bemessen ist. Dadurch macht sich
Speicherwerk vollkommen unabhängig von
Unterliegern, und die Betriebführung kann
z den auftretenden Bedürfnissen angepaßt
den. Zum Ausgleich der Wasserverluste
zur Auffüllung des Gegenbeckens bei
ertagspeicherung dient eine vom Oberwasser-
al gespeiste Verbindungsleitung. Die gün-
e Lage des Kraftwerkes ganz in der Nähe
s rd. 130 m hohen Bergrückens macht nur
etwas über 1000 m lange Druckrohrleitung
Hochspeicher nötig, deren lichte Weite
, 900 und 800 mm betragen wird. Das
ken erhält 80 000 m³ Inhalt und wird als
chenspeicher dienen; sein Fassungsver-
gen soll indessen, wenn möglich, noch er-
lich gesteigert werden.

Die Vorarbeiten zu diesem für die Stadt
tlingen so bedeutungsvollen Werk stammen
Stadtbaurat Keller, der Entwurf und
Planbearbeitung von Zivilingenieur Hal-
ger in München. [B 834]

a Zwillingsturbine
b Spiralturbine
c Speicherpumpe 1
d Speicherpumpe 2
e Umformer
f eiserne Rohrleitung
g Rohrleitung zum Hochdruckspeicher
h Saugbecken
i Schaltbrett
k Schaltraum.

Abb. 4 und 5. Krafthausanlage der Stadtgemeinde Reutlingen.

Abb. 4. Schnitt $A - B$.

Hebung des Hauptträgers einer eingestürzten eisernen Brücke.

Im März 1924 fuhr ein Dampfer gegen die über
Coos Bay, Oregon, führende Eisenbahnbrücke und
hte einen zwischen zwei Pfeilern gespannten
kenteil von 54,86 m Spannweite zum Herabstür-
in das Wasser. Man hat nun neuerdings diesen
kenteil im ganzen durch Winden von einem
lgerüst aus gehoben, auf Prähme gesetzt und an
l gebracht. Dort ist die Konstruktion durch Ab-
nen der Niete mittels Sauerstoffbrenner in die
zerlegt worden, in denen sie ursprünglich zu
ser angeliefert worden ist. Die nicht beschädig-
Teile wurden gereinigt und gestrichen, die be-
digten — 75 t von 219 t — ausgebaut und durch
n Stahl ersetzt.

Zum Zweck der Hebung wurden zunächst Pfahl-
lel an dem in 8.53 m Wassertiefe auf der Seite
nden Brückenteil gerammt, und 25,4 mm dicke
lkabel in 16 Punkten an der Ober- und Unter-
ung einerseits und an Schraubenspindeln, die
chen Kappen auf den Pfählen lagen, anderseits
stigt. An jedem Kabel griffen zwei hydraulische
Winden an, und zwar so, daß jeweils nur an
m Kabel gehoben wurde. Nach einer Anzahl
Hüben über die ganze Länge der Schrauben-
deln wurden die Kabelverbindungen erneuert —
ils eine — und mit den Schraubenmuttern am
en Ende der Spindeln begonnen. Die eigent-
Windearbeit erforderte etwa fünf Tage. Es
len dann die Prähme untergefahren. Die ganze
it bis zum Absetzen der Teile an Land dauerte
einiger Verzögerung durch schlechtes Wetter
vier Wochen.

Die genaue Untersuchung der Träger ergab, daß
h den Dampfer die untere Gurtung und ein Quer-
ien zusammengedrückt waren, und daß durch
Stoß oder durch die Berührung mit dem Pfeiler
dem Grunde in den Endpfosten, Trägern und
men so erhebliche Verdrückungen eingetreten
n, daß 75 t als unbrauchbar ausgebaut werden
ten, besonders der ganze Untergurt einer Seite
ein Drittel des Untergurtes der andern Seite.
Brückenträger hatten 3½ Monate im Wasser ge-
n. Trotz dicken Muschelansatzes hatte der Grund-
rich nicht gelitten. Der Muschelansatz konnte
Sandstrahlgebläse und Dampfstrahl nicht besei-
werden, sondern es mußten Meißel zu Hilfe ge-
men werden. Das Hebegerüst soll zugleich dem
dereinbau dienen. („Engineering News-Record"
93 (1924) Nr. 8) [N 967] Bu.

Tagungen des Vereines deutscher Ingenieure im Jahre 1924[1].

Die 63. Hauptversammlung zu Hannover am 1. bis 3. Juni.

Der Vorsitzende, Geh. Baurat Prof. Dr.-Ing. eh. G. Klingenberg, eröffnete am Sonntag, dem 1. Juni, nach der kurzen geschäftlichen Sitzung, deren Beschlüsse auf S. 663 veröffentlicht sind, die wissenschaftlichen Verhandlungen im Städtischen Opern- und Schauspielhaus. Zur Einleitung gab er einen Bericht über seine kurz vorhergegangene Studienreise durch Amerika. Er bezeichnete die Vereinigten Staaten als das Land der „unbegrenzten Gegensätze" und belegte diese Auffassung durch Beispiele, wie den Gegensatz zwischen den großen und den mittleren amerikanischen Städten, zwischen Stadt und Land und die Gegensätze auf wirtschaftlichem und politischem Gebiete. Die gewaltige Entwicklung des amerikanischen Wirtschaftslebens kennzeichnete er durch die Zahl von 5 Mill. jährlich hergestellter Kraftwagen und erörterte zum Schluß das Wesen der Bandarbeit. Die Erfolge, die einzelne Werke in Amerika erreicht haben, so betonte er, können in Deutschland nur durch Gemeinschaftsarbeit erreicht werden. Kennzeichnend für die mit größten Mitteln betriebene wissenschaftliche Forschung der Amerikaner sei das Laboratorium der General Electric Co. in Cincinnati, wo allein 240 allererste wissenschaftliche und wissenschaftlich-technische Kräfte arbeiten.

Unter Bezugnahme auf die hohe Wertung, die man in Amerika der technisch-wissenschaftlichen Vorbildung entgegenbringe, kennzeichnete der Vorsitzende dann die große Gefahr, die der neue Schulerlaß des preußischen Kultusministers für die wissenschaftliche Heranbildung der deutschen Jugend bedeutet und verlas unter dem lebhaften Beifall der Versammlung eine Entschließung der Hauptversammlung an das Ministerium.

Darauf gedachte er der im Verlauf des Jahres von uns geschiedenen Mitglieder des V. d. I. und widmete dem Gedenken des früheren Kurators des Vereins, Herrn Geh.-Rat Dr. Taaks, einige herzliche Worte.

Er begrüßte die erschienenen Ehrengäste, namentlich diejenigen Vertreter von Verbänden und Vereinen, die aus Österreich, der Schweiz, Amerika und Holland gekommen waren. Besonderen Dank sprach er dabei für die zahlreichen und reichen Spenden aus, die sowohl der Ingenieurhilfe des V. d. I. wie den bedrängten Volksgenossen am Rhein und an der Ruhr aus allen Teilen der Welt über den V. d. I. oder seine Bezirksvereine zugegangen sind.

Se. Magnifizenz Prof. Dr. Vetterlein, Rektor der Technischen Hochschule Hannover, dankte im Namen der Gäste für die Begrüßung durch den Vorsitzenden, indem er auf den Segen hinwies, der sich für Wissenschaft und Praxis aus den Hauptversammlungen des V. d. I. ergebe. Die schwerste Sorge, die gegenwärtig die Technischen Hochschulen bedrücke, sei diejenige, daß auch unter der Last der wirtschaftlichen Not die Möglichkeit freier Forschung erhalten bleibe, auf die sich im tiefsten Grunde der nationale Fortschritt und der Wiederaufbau stützen muß.

Obering. Dubs, Zürich, überbrachte die Grüße des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins und erinnerte an die seit jeher engen Beziehungen zwischen Deutschland und der Schweiz auf dem Gebiete der Wissenschaft und Technik. Der Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein betrachte es als eine seiner vornehmsten Aufgaben, dahin zu wirken, daß die Beziehungen zwischen den wissenschaftlichen und technischen Verbänden der ganzen Welt wieder wie vor dem Krieg aufgenommen werden. Ferner betonte er die Notwendigkeit, der Technik die ihr immer noch nicht in gebührendem Maße zugebilligte Bedeutung im Wirtschaftsleben zu erringen.

Unter lebhaftem Beifall der Versammlung wurde dem Geh. Oberbaurat Dr. Hermann Zimmermann, Mitglied der Akademie der Wissenschaften und Mitglied der Akademie des Bauwesens, die Grashof-Denkmünze des V. d. I. verliehen, als dem großen Baumeister, dem um die Ausgestaltung des Oberbaues verdienten Eisenbahnfachmanne, dem tatkräftigen Förderer der wissenschaftlichen Forschung, in dankbarer Anerkennung seiner Verdienste.

Der Kurator des V. d. I., Baurat Dr.-Ing. eh. G. Lippart gedachte unter feierlichem Schweigen der Versammlung derjenigen Mitglieder unsres Vereins, die im Weltkriege gefallen sind. Der Versammlung wurde ein Lichtbild des von I[.] Wandschneider geschaffenen Denkmals im Ingenieurhause [zu] Berlin vorgeführt, das die Inschrift trägt: „Den Mitgliedern, [die] der Weltkrieg uns nahm, zum ehrenden Gedächtnis". Zur [glei]chen Stunde, so teilte Baurat Lippart mit, wurde in Berlin [ein] Lorbeerkranz am Denkmal niedergelegt.

Die Reihe der Vorträge eröffnete, von lebhaftem Beifall [be]grüßt, Exzellenz Oscar von Miller, der über „Probleme [des] Luftverkehrs" sprach. (Der Vortrag ist in vollem Wortlau[t in] den V D I - Nachrichten vom 9. Juli 1924 veröffentlicht.)

An zweiter Stelle sprach Dir. Dr.-Ing. Mader, Des[sau,] über Flugzeugbau[2]). An den Vortrag schloß sich [der]jenige von Prof. Dr.-Ing. H. Baer, Breslau, über die Entwi[ck]lung des Flugmotors in der Zeit nach d[em] Kriege[3]).

Nach einer Pause sprach nachmittags 3 Uhr Prof. Dr.-[Ing.] eh. C. Matschoß, Berlin, über das Thema: Aus [der] Entwicklungsgeschichte des Luftschiffba[us] und Dr.-Ing. E. H. Schulz, Dortmund, über die Nic[ht]eisenmetalle unter besonderer Berücksich[ti]gung der Luftfahrzeuge[3]).

Wissenschaftliche Fachtagungen.

Am Tage vor der Hauptversammlung, am Sonnabend, [den] 31. Mai, nachm. 2.30 Uhr, fand eine Sitzung der Arbeitsgem[ein]schaft deutscher Betriebsingenieure statt, auf der folgende V[or]träge gehalten wurden.

Prof. Schwerd, Hannover, über Abfallwirtschaft, P[rof.] O. Klein, Wülfel, die Wirtschaft der Betriebshilfsstoffe[3]) [und] Dr.-Ing. Friedrich, Hannover, über neue Aufgaben der [Be]triebswissenschaften[4]). Gleichzeitig hielt Dr.-Ing. Rummel [vor] einem andern Hörerkreis einen Vortrag über Wirtschaft [und] Wissenschaft im technischen Betriebe[3]), Betrachtungen aus [der] Perspektive eines Wärmeingenieurs.

Montag, den 2. Juni, vorm. 8.30 Uhr fand in der T[ech]nischen Hochschule eine Tagung statt, die sich mit der Bedeut[ung] der Forschungsergebnisse und Konstruktionserfahrungen [der] Luftfahrttechnik für das Ingenieurwesen befaßte[5]). Es sprac[hen] Prof. Dr. Prandtl, Göttingen, und Prof. Dr.-Ing. Föttinger, Danzig, über die Fortschritte der Strömungslehre, P[rof.] A. Baumann, Stuttgart, über Leichtbau[3]), Prof. Dr.-[Ing.] Pröll, Hannover, über Wissenschaftliche Grundlagen [des] Segelfluges[3]).

Nachmittags um 4 Uhr fanden im Anschluß daran Rundfl[üge] unter Mitwirkung des Verbandes deutscher Flugzeugindustrie auf dem Hannoverschen Flugplatz statt.

Parallel zu der vorgenannten Tagung wurde eine Sitz[ung] des Deutschen Ausschusses für technisches Schulwesen u[nter] Leitung von Dr.-Ing. eh. Lippart in der Technischen Ho[ch]schule abgehalten. Sie umfaßte folgende Vorträge: Betriebs[...] Hanner, Nürnberg: Praktikantenausbildung[3]); Dr. Frie[d]rich, Hannover: Das Anlernen von Arbeitern auf Grund [von] Fähigkeitsprüfungen[4]); Dr.-Ing. Schmidt, Friedrichshaf[en:] Die Gesellenprüfung in der Industrie.

Schließlich wurde am Vormittag desselben Tages 8.30 U[hr] eine Versammlung der Dieselmaschinengruppe abgehalten[6]) [mit] folgenden Berichten und ausführlichen Besprechungen: Oberi[ng.] M. W. Gerhards: Kritische Betrachtung über die Vorteile [von] nicht umsteuerbaren Schiffsdieselmaschinen mit Umste[uer]zwischengetriebe gegenüber den unmittelbar umsteuerba[ren] Schiffsdieselmaschinen[3]); Dr.-Ing. Riehm und Dr.-Ing. H[ei]delberg: Brennstoffeinspritzung an kompressorlosen [Ma]schinen[7]); Prof. Dr.-Ing. K. Neumann, Hannover: Das [La]boratorium für Verbrennungskraftmaschinen der Technisc[hen] Hochschule Hannover.

Dienstag, den 3. Juni, fanden Tagesausflüge und Halbta[gs]ausflüge in die benachbarten Eisenerzlager und Hochofenanla[gen] in Groß-Ilsede bei Peine und die Industrieanlagen und wiss[en]schaftlichen Versuchtsanstalten Hannovers statt. [B 962] Gr[...]

[1]) Hierunter fällt auch die Hochdruckdampftagung am 18. und 19. Januar 1924 über die bereits in Z. Bd. 68 (1924) Nr. 5 S. 109 berichtet ist.

[2]) Z. Bd. 68 (1924) Nr. 40.
[3]) Z. Bd. 68 (1924) Nr. 22.
[4]) Z. Bd. 68 (1924) Nr. 17.
[5]) Z. Bd. 68 (1924) Nr. 36, s. a. Nr. 22.
[6]) Z. Bd. 68 (1924) Nr. 41.
[7]) Z. Bd. 68 (1924) Nr. 40.

Die Eisenbahntechnische Tagung zu Berlin am 21. bis 27. September[1].

Die Ausbreitung und Vertiefung technischer Arbeit zeitigten im V. d. I. das Bedürfnis, auch außerhalb der Jahresversammlungen in großen wissenschaftlichen Tagungen ein-
ne Fachgebiete zusammenfassend zu bearbeiten. So entstand
erster Versuch 1923 die Dieselmaschinentagung, im Jahre 1924
überaus stark besuchte Hochdruckdampftagung des V. d. I.
on bevor der große Erfolg dieser Tagung weiteren Kreisen ge-
gt hatte, daß dieser Weg dem heutigen Bedürfnis entsprach,
der Gedanke erörtert worden, die für die gesamte Technik
l Industrie so ausschlaggebende Eisenbahn in den Mittelpunkt
er großen wissenschaftlichen Veranstaltung zu stellen. Der
ein hoffte, hierdurch auch die persönlichen Beziehungen zu
innerhalb der Reichsbahn arbeitenden Fachgenossen wieder
er zu knüpfen. Eine Aussprache mit den maßgebenden Krei-
der Reichsbahn gab die Gewißheit, daß auf die Unterstützung
Reichsbahn in vollem Umfang gerechnet werden könne. So
schloß sich denn der Vorstand des V. d. I., diese Tagung, ver-
den mit Ausstellungen, die den wissenschaftlichen Vortrag
sentlich ergänzen sollten, zu veranstalten. Er übertrug die
rchführung einem Arbeitsausschuß, der sich aus dem Vor-
enden des Vereins, Geheimrat Prof. Dr.-Ing. eh. Dr. G. Klin-
nberg, sowie aus den Herren: Ministerialdirektor Dr.-Ing.
R. Anger, Reichsbahndirektionspräsident G. Hammer,
fessor Dr.-Ing. eh. C. Matschoß, Direktor des V. d. I., zu-
mensetzte[2]).

Die sofort, besonders durch den Präsidenten Hammer,
geleiteten Verhandlungen mit den für die Ausstellung maß-
enden Kreisen der Industrie zeigten, daß auch hier volles Ver-
dnis für die Bedeutung dieser Veranstaltung zu finden war.

Von vornherein war Wert darauf gelegt worden, auch
vorragende Fachmänner aus dem Auslande für die Vorträge
gewinnen. Ohne auf Einzelheiten der viele Monate dauern-
Vorbereitung zurückzukommen, seien hier die Haupt-
ichtspunkte für die Veranstaltung zusammengestellt.

Die Tagung sollte nur die Teile des großen Arbeitsgebietes,
durch den Begriff Eisenbahn umspannt wird, behandeln, die
ihrer neuesten technischen Entwicklung wirtschaftlich gün-
ge Ergebnisse versprachen. Diese Hauptforderung ist be-
gt in dem durch schwere Lasten bedrückten heutigen Deutsch-
d. die zu einem wesentlichen Teil mit von der Reichsbahn ge-
gen werden sollen. Raum für die Behandlung von Luxus-
richtungen des Reisens war nicht vorhanden. Auch Probleme,
allzuweit in die Zukunft weisen, konnten nur kurz gestreift
rden.

Die Veranstaltung gliederte sich in 6 Gruppen.

1. Vorträge: Es wurden im ganzen 48 Vorträge ge-
lten, die die großen Gebiete des Güterverkehrs, der Loko-
tiven, des Oberbaues, der Eisenbahnbrücken, des Signalwesens
d des Werkstättenwesens behandelten. Um eine ausreichende
sprechung, auf die größter Wert gelegt wurde, zu ermöglichen,
r die Zeitdauer für die Berichte auf je 30 Minuten beschränkt.
e Vorträge fanden in der Oper am Königsplatz und in der
chnischen Hochschule, Charlottenburg, statt.

2. Bremsversuchsfahrten: Dank dem Entgegen-
mmen der Reichsbahn war es möglich, drei Bremsversuchs-
rten zur Vorführung der Kunze-Knorr-Bremse für die Teil-
hmer zu veranstalten, die mit einem 90achsigen D-Zug auf der
recke Grunewald-Belzig stattfand, und zwar Fahrt I und II
Mittwoch, dem 24. September, vormittags, mit anschließender
sichtigung des Ausstellungsparkes in Seddin, Fahrt III am
nnabend, dem 27. September, vormitags, nach demselben Fahr-
n. Bei den Schnellbremsungen aus 120 km/h Geschwindigkeit
rde der Zug auf rd. 650 m in rd. 30 Sekunden sanft und ohne
le Erschütterung zum Stehen gebracht. Außerdem fanden Be-
ebsbremsungen und Bremsungen durch Ziehen der Notbremse
hohen Geschwindigkeiten statt; die Reichsbahn hatte den
ilnehmern eine erläuternde Druckschrift über die jeweils vor-
nommenen Versuche vorher übergeben. Am Sonnabend, dem
. September, nachmittags, fanden zwei Versuchsfahrten mit
rführungen der drahtlosen Telephonie aus dem fahrenden
senbahnzug, am Sonnabend, dem 27. September, eine Versuchs-
rt mit einem Triebwagenzug der elektrischen Vorortbahn nach
rnau statt.

3. Besichtigungen. Während der Tagung konnten zu bestimmten Zeiten die Betriebe derjenigen Berliner Firmen, die auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens maßgebend arbeiten, die eisenbahntechnischen Ausstellungen, das Verkehrs- und Baumuseum sowie die Eisenbahnwerkstätte Brandenburg, besichtigt werden.

4. Ausstellungen: Die beiden Eisenbahntechnischen Ausstellungen, in Seddin und in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, bildeten eine wertvolle Ergänzung der Eisenbahntechnischen Tagung, in deren Rahmen sie stattfanden. Über die beiden Ausstellungen wird in dem Sonderheft der Zeitschrift ausführlich berichtet. Der Ausstellungspark auf dem Verschiebebahnhof Seddin, an der Strecke Berlin-Wannsee-Seddin-Güsten gelegen, enthielt auf umfangreichen, 9 km langen Gleisanlagen 120 Lokomotiven und rd. 150 Güter- und Personenwagen, die zum Teil auf einem mehrere Kilometer langen Probefahrgleis gezeigt wurden. Eine Ausstellungshalle von 6000 m² Grundfläche enthielt auf zwei 8 bis 9 m breiten und 200 m langen Bahnsteigen sowie auf zwei tiefliegenden, für Gleise bestimmten Flächen von rd. 2500 m², insgesamt 6000 m² Ausstellungsfläche. Ausgestellt waren Signale und Stellwerkeinrichtungen, Fernmeldeanlagen, Fahrkartendrucker, Packungen, Ventile, Regler, Speisewasserpumpen, Sonderwerkzeugmaschinen, Schweißmaschinen, Meßgeräte für Eisenbahnzwecke, Meß- und Prüfstände, Radsätze, Gußstücke, Materialien aller Art, Erzeugnisse der chemischen Industrie, Kupplungen, Puffer, Beschlagteile, eiserne und kupferne Feuerbüchsen, Motoren für Eisenbahnzwecke, Kugel- und Rollenlager, mechanische Schmiervorrichtungen, Hebezeuge, Musterabteile, einzelne Türen und Fenster, Entstaubungsanlagen usw. Das zahlenmäßige Ergebnis, soweit es in dem Besuch der Ausstellungen zum Ausdruck kommt, zeigt, daß die Ausstellung in Seddin von rd. 370 000 Besuchern, von denen etwa zwei Drittel auf Beamte der Reichsbahn entfielen, diejenige in der Technischen Hochschule von etwa 20 000 Personen besucht wurde.

5. Filmvorführungen: In der Technischen Hochschule wurden während der Tagung nachmittags von 3 bis 6½ Uhr in zwei Sälen ständig zu bekannten Zeiten 40 Filme mit Darstellungen aus den verschiedensten Gebieten des Eisenbahnwesens vorgeführt.

6. Gesellige Veranstaltungen: Die außerordentlich starke Besetzung der Tagung mit wissenschaftlichen Veranstaltungen zwang zur Beschränkung der gesellschaftlichen Veranstaltungen auf das geringste Maß. Die Tagung begann am Sonntag, dem 21. September, mit einem Empfang in der Wandelhalle des Reichstags; weitere gesellige Veranstaltungen vereinten die Teilnehmer am Mittwoch, dem 24. September, bei einem gemeinsamen Essen im Zoo und am Freitag, dem 26. September, bei der Festvorstellung „Die Meistersinger von Nürnberg" in der Oper am Königsplatz. Die Festvorstellung nahm dank der persönlichen Förderung des Generalintendanten von Schillings einen glänzenden Verlauf, wenn auch der vorhandene Raum der Geschäftsführung große Schwierigkeiten bot, allen Wünschen der Teilnehmer zu entsprechen.

Bei dem Empfang in der Wandelhalle des Reichstags begrüßte der Vorsitzende des Vereines deutscher Ingenieure, Dr. G. Klingenberg, die erschienenen rd. 1500 Teilnehmer am Empfangsabend und gab Aufschluß über den Zweck und die Eigenart der Tagung, die als erste technische Fachtagung in diesem Ausmaße stattfinde, und die durch zwei Ausstellungen der bedeutendsten und neuesten Ausführungen auf allen Gebieten des Eisenbahnwesens wertvoll ergänzt werde. Namens der Reichsregierung begrüßte Reichsverkehrsminister Oeser die Teilnehmer an der Tagung. Der Vertreter des königlich-holländischen Ingenieurinstituts, Generalinspektor J. J. Stieltjes, Den Haag, dankte namens der Gäste und wünschte der Tagung einen guten Verlauf. Bei dem Empfang in der Wandelhalle des Reichstages wurde erstmals der Film vorgeführt, der die „Puffing Billy", die erste Lokomotive der Welt, aufgenommen anläßlich der Überführung einer Nachbildung der Lokomotive in den Neubau des Deutschen Museums in München.

Die Verhandlungen wurden am Montag, dem 22. September, eingeleitet mit einer kurzen Begrüßung durch den Vorsitzenden des Vereines deutscher Ingenieure; ihr folgte eine Ansprache des Reichsverkehrsministers, der einleitend bekanntgab, daß das Reichsverkehrsministerium als technisches Ministerium beibehalten bleiben soll und der deutchen Technik eine Heimstätte bieten und durch Förderung der deutschen Technik die deutsche Wirtschaft befruchten und anregen soll. Heute ist die Technik die Überwinderin der politischen Grenzen. Die Technik

[1]) Die auf der Eisenbahntechnischen Tagung gehaltenen Vorträge und
kussionsreden sind in einem Sonderheft der Zeitschrift zusammengefaßt,
demnächst erscheinen wird.

[2]) Als Kommissar des Reichsverkehrsministers wurde Oberregierungs-
rat Scheehl bestimmt; die Geschäftsführung der Tagung und der Aus-
llungen war Dr. Schaedle übertragen.

ist also weltumspannend, und je stärker der Verkehr wird, desto größer ist die Aufgabe der Technik, nun ihre Errungenschaften in der ganzen Welt auszubreiten. Nur wo wirkliche Bedürfnisse vorhanden sind oder wo vorhandene Lösungen durch bessere ersetzt werden können, bessere entweder durch die Vervollkommnung der Erzeugung oder durch die Steigerung des Wirkungsgrades, werden bei der Deutschen Reichsbahn technische Änderungen erfolgen können. Die Deutsche Reichsbahn hat ungeheure Lasten auf sich nehmen müssen, und wäre sie technisch in einem vernachlässigten Zustande, so wäre es ausgeschlossen, daß die Deutsche Reichsbahn mit einiger Zuversicht diese Lasten hätte übernehmen können. Daraus ergibt sich die technische Ausbildung bis zur Höhe, der zu dienen diese Tagung berufen ist.

Über 5000 Eisenbahnfachleute nahmen an den wissenschaftlichen Verhandlungen teil, unter denen sich über 500 führende Ingenieure des Auslandes befanden, und zwar aus folgenden Ländern: der Schweiz, Holland, Schweden, Dänemark, Norwegen, England, Spanien, Italien, Ungarn, der Tschechoslowakei, Jugoslavien, Rumänien, Polen, Rußland, Finnland, Lettland, Estland, den Vereinigten Staaten von Amerika, Chile, der Türkei, Japan und China.

Bei dem gemeinsamen Abendessen im Marmorsaal des Zoologischen Gartens am Mittwoch, dem 27. September, sprach nach einleitenden Worten des Vorsitzenden Reichswirtschaftsminister Hamm über den Gedanken der Tagung und feierte die Technik, die diese einzigartige Zusammenkunft veranstalt Namens der Gäste dankte den Veranstaltern Kommerzienrat P fessor Enström, Vorsitzender der schwedischen Ingenie akademie, in einer warmempfundenen Ansprache, die lebhaf Beifall auslöste. Unterstaatssekretär Ritter von Ender sprach in ausnehmend stark wirkender Rede auf die Damen.

Die Tagung wurde am Sonnabend, dem 27. September, dem Vorsitzenden der an diesem Tage stattfindenden Verha lungen, Staatssekretär Kumbier, mit Worten des Dank an die Teilnehmer, die bis zum letzten Tage durch zahlrei Beteiligung ihr lebhaftes Interesse an der Veranstaltung bekun haben, geschlossen. Er bezeichnete die erste Eisenbahntechnis Tagung als einen beispiellosen Erfolg der Veranstalter, de er im Namen des Reichsverkehrsministeriums Dank und Glü wünsche aussprach und die Hoffnung ausdrückte, daß ihr n viele ähnliche Tagungen folgen möchten.

Die Dankesworte, die der Vorsitzende des V. d. I. nam des Vereines bei der Eröffnung an die Reichsbahn und die T nehmer richtete, und die der Direktor des Vereines am Sch der Tagung auf Grund des bis zuletzt besonders stark anhalt den Besuches wiederholte, hat sich der Vorstand des Verei zu eigen gemacht. Nur durch das einmütige Zusammenwirk aller der an der Durchführung des großen Gedankens Beteilig war die Förderung des Eisenbahnwesens als Ergebnis Tagung zu erzielen. [B 930]

Neuzeitliche Flugmotoren.

Auf dem flugtechnischen Sprechabend der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt sprach am 14. November 1924 Ing. A. Weyl über den gegenwärtigen Stand des Flugmotorenbaues. Die Forderungen an den Flugmotor gehen heute auf geringstes Gewicht bei höchster Leistung und Betriebsicherheit, lange Lebensdauer und sparsamen Betriebstoffverbrauch aus. Schwierigkeiten bieten die einwandfreie Beherrschung des Wärmezustandes und die Vermeidung störender Schwingungserscheinungen, namentlich in den langen vielfach gekröpften Kurbelwellen starker Reihenmotoren. Einfache Bauformen mit klarer, rechnerisch faßbarer Kräfteleitung, Verwendung von Baustählen mit besten Festigkeitswerten, weitgehender, aber sorgfältig geprüfter Einsatz hoch entwickelter Leichtmetalle ermöglichen die Erfüllung der wichtigsten Ansprüche. Unbedingt notwendig ist es, daß die deutschen Hüttenwerke dem Flugmotorenkonstrukteur wieder das einwandfreie und zuverlässige Baumaterial der Friedenszeit liefern. Nur dann kann der deutsche betriebsichere Hochleistungsflugmotor kommen.

Zurzeit sucht man nach Mitteln, die Brennstoffe durch Mischungen und besondere Zusätze hochwertiger zu machen. Der Einfluß winziger Mengen solcher Zusatzstoffe ist außerordentlich, und ein Vergleich mit der Metalltechnik liegt nahe, so daß sich der Ausdruck „legierte Brennstoffe" schnell eingebürgert hat. Zweck des Legierens ist, die Selbstzündungstemperatur, die Brenngeschwindigkeit und das zulässige Verdichtungsverhältnis zu beeinflussen. Leider haben sich bisher störende Begleiterscheinungen bei dieser Brennstoffbehandlung nicht vermeiden lassen. Weitere Versuche auf diesem Gebiet sind vielversprechend und sehr erwünscht. Bemerkenswert ist die wachsende Bevorzugung vegetabilischer Schmiermittel und die weitgehende Heranziehung des Öls zur Kühlung thermisch hoch beanspruchter Lagerstellen. Die überaus scharfen Prüfungsbedingungen im Ausland haben die Weiterentwicklung der Flugmotoren sehr gefördert.

Der luftgekühlte Sternmotor setzt sich immer mehr durch, und in Amerika verwendet die Marine unter 300 PS nur noch solche Motoren. Bis 60 PS werden heute im einzelnen Zylinder bei Luftkühlung thermisch beherrschbar erreicht, und luftgekühlte Sternmotoren hat man heute bis zu 500 PS betriebsicher gebaut.

Im Bereich höherer Leistungen ist der einfache Reihenmotor ungebräuchlich. Bis 700 PS wird der Zwölfzylindermotor in V-Form ausgeführt. An seiner Entwicklung haben England und Amerika gleichen Anteil. Beim Napier-Lion-Motor sind die 12 Zylinder in drei Reihen W-förmig angeordnet. Dieser Motor, der heute als der verbreitetste Flugmotor anzusprechen ist, wird auch mit 16 Zylindern (Napier-Cub) ausgeführt und leistet dann 1000 PS, wobei je vier Zylinder zu einem Block zusammengefaßt und die Blöcke in X-Form angeordnet sind.

Deutsche Flugmotoren über 250 PS sind noch nicht auf dem Markt, werden aber von der Flugzeugindustrie dringend verlangt.

Ing. Bartels sprach über Konstruktive Gesichtspunkte des modernen Flugmotorenbaues. Wenn bei irgendeiner Maschine, so entscheiden beim Flugmotor Leistung, Brennstoffverbrauch und Gesamtwirkungsgrad über seine Eignung und Brauchbarkeit. Der Gesamtwirkungsgrad, der bei Reihenmoto etwa 89 vH, bei Sternmotoren etwa 92 vH beträgt, ist das Produkt einer Reihe von Einzelwirkungsgraden, die in England Gibson seinem sehr beachtenswerten Buch „Aero Engine Efficiences" eingehe besprochen hat. Mechanische Verluste ergeben sich durch Reibung Triebwerkteile wie Kolben, Kurbeltrieb, Welle, Steuerung, in den Neb antrieben und gegebenenfalls im Vorgelege. Die Verluste in solch Zahnrädergetrieben sind immerhin nennenswert und betragen bei 1 Uml./min der Kurbelwelle 4 vH, bei 2000 Uml./min etwa 9 vH des mitt ren Kolbendrucks. Die Kolbenreibung hängt von der Viskosität Schmiermittels und von der Zylindertemperatur ab.

Der volumetrische Wirkungsgrad wird von Strömungswiderständ und Temperaturschwankungen sowie von der Wahl der Steuerzeiten der Ventilquerschnitte beeinflußt. In den Ventilen sind Gasgeschwind keiten von 40 bis 50 m/s üblich. Bei gut durchgearbeitetem Gaswech kann man durch Ausnutzung von Schwingungen der strömenden G säulen den volumetrischen Wirkungsgrad über 1 steigern.

Der thermodynamische Wirkungsgrad steht in engem Zusamm hang mit dem Verdichtungsverhältnis. Im Bereich von fünf- bis ac facher Verdichtung sind thermodynamische Wirkungsgrade von 43 52 vH möglich. Das deutet darauf hin, daß unsre Flugmotoren, heute im Mittel nicht mehr als 25, höchstens 33 vH erreichen, therm dynamisch noch sehr verbesserungsbedürftig sind. Beachtenswert daß auch der volumetrische Wirkungsgrad mit steigendem Verdichtung verhältnis zunimmt. Dasjenige Verdichtungsverhältnis, das bei mö lichst hoher Leistung den geringsten Brennstoffverbrauch ergibt, ka man nur durch Versuche feststellen, da es bei jeder Zylinderbauart v schieden ist. Bei gleichem Brennstoff ist die höchstmögliche Verdi tung ein Maß für die Güte der Durchbildung des Zylinders nach th mischen Gesichtspunkten. Der Einfluß der Zylindertemperatur auf d Ladegewicht ist nicht sehr groß, weil insbesondere zur Erwärmung d Frischgase nur kurze Zeit verfügbar ist. Der thermodynamische W kungsgrad erreicht einen Höchstwert, wenn die Höchsttemperatur Zylinder 230 ° und die Mitteltemperatur etwa 140 ° beträgt. Wesentli für den Betriebszustand ist die Temperatur des Kolbenbodens. Zw schen Aluminium- und Gußeisenkolben hat man Temperaturunterschie von 200 ° und Unterschiede im volumetrischen Wirkungsgrad bis 8 vH festgestellt.

Den entscheidendsten Einfluß auf das höchstmögliche Verdichtung verhältnis und den volumetrischen Wirkungsgrad übt die Temperat der Auslaßventile aus. Temperaturen von 800 ° an dieser Stelle si insbesondere bei den älteren luftgekühlten Zylindern keine Seltenhe Größere Beachtung der thermischen Erfordernisse und bessere Auswa der Baustoffe würden ermöglichen, diese Temperatur mit einfachen M teln zu senken. Auch der Lage der Kerzen wird neuerdings auf Gru der Versuche von Ricardo mehr Beachtung geschenkt.

Bei allen Verbrennungskraftmaschinen sind die thermischen Frag in den Vordergrund zu stellen. Das Ziel der nächsten Entwicklung d Flugmotoren liegt nicht in der Einführung eines neuen Betriebsverfa rens, sondern in der baulich-thermischen Vervollkommnung der Arbeit zylinder. [N 907] Dipl.-Ing. Goßlau.

Walter Boveri †.

Wenige Monate nach dem Tode C. E. L. Browns, des genialen Erfinders und Konstrukteurs, ist am 28. Oktober 1924 auch W. Boveri, der zweite Begründer der irma Brown, Boveri & Cie., aus dem Leben geschieden. Mit ihm erschwindet ein Mann von überragender Bedeutung aus der Elekroindustrie und Elektrizitätswirtschaft.

W. Boveri, im Jahre 1865 als Sohn eines Arztes in Bamberg eboren, bildete sich in Nürnberg zum Maschinentechniker aus und am 20jährig in die Schweiz. Hier trat er als Volontär bei der laschinenfabrik Oerlikon ein, wo damals unter der Leitung von . E. L. Brown die Fabrikation elektrischer Maschinen aufgeommen wurde. Boveri machte dort die Entwicklung der Gleichtrommaschine mit und übernahm später die Leitung der Monageabteilung der Firma. Im Jahre 1888 führte er den Bau und ie Inbetriebsetzung der Kraftüberragung von Kriegstetten nach Solohurn durch, einer der ersten elekischen Kraftübertragungen der Welt.

Im Jahre 1891 wurde auf seinen ntrieb die Kommanditgesellschaft rown, Boveri & Cie. in Baden egründet. Der außerordentliche Aufchwung der jungen Firma und die ntwicklung der Verhältnisse beingten, daß Boveri sich in einem lter, wo andre kaum ihre Laufbahn egonnen haben, großen Aufgaben er Verwaltungs- und Finanztechnik egenüber sah. Für die Lösung der robleme, die der Ausbau der Firma ur Großfirma und zum Konzern tellte, war Boveri, der sich mit charfem Blick auf seinen weiten eisen im Ausland noch während einer Montagepraxis eine umfasende Kenntnis der europäischen larkt- und Arbeitsverhältnisse erorben hatte, ganz besonders veranagt und befähigt.

Sein Wirkungskreis erstreckte ich auf fast alle Länder Europas, nd Boveri ist der geistige Schöpfer nd Leiter des großen BBC-Konzerns ewesen, der sich aus fabrizierenden esellschaften in den verschiedenen ändern zusammensetzt, die ihrereits finanziell selbständige Glieder es nationalen Wirtschaftslebens der änder sind, in denen sie ihren Sitz aben, die aber technische Befruchng von einem Zentrum aus erhalten.

In Deutschland war schon im Jahre 1900 aus dem in Frankrt a. M. aus Anlaß der Errichtung des Städtischen Elektrizitätserkes geschaffenen Baubureau die Firma Brown, Boveri & Cie., -G., Mannheim, hervorgegangen, deren Entwicklung eine lebfte Bewegung annahm, als im Jahre 1903 der Bau der Dampfrbine aufgenommen und damit durch Boveri der Anstoß zu r sich in rascher Folge vollziehenden Entwicklung des Dampfrbinenbaues auf dem Kontinent und vor allem in Deutschland geben war. Boveri war es auch, auf den in erster Linie die nführung der Turbine in die Marine zurückzuführen ist. Die iderstände, die dabei zu überwinden waren, sind heute kaum ehr begreiflich. Seine unanfechtbaren, sachlich wie formal eisterhaften Ausführungen in der Schiffbautechnischen Gesellhaft[1]) haben damals allgemeines Aufsehen erregt.

Schon im Jahre 1902 wurde an die bisher lediglich als Verufsorganisation tätig gewesene Compagnie Electro-Mécanique in aris eine Fabrik in Le Bourget angegliedert, 1904 folgte unter bernahme der Fabrik Cabella die Gründung des Tecnomasio aliano Brown Boveri in Mailand, der seinerseits im Jahre 1908 e Unione Elettrotecnica Italiana und die Firma Gadda & Co. und . Jahre 1919 die Società Italiana Westinghouse in Vado Ligure sich aufnahm. Gleichfalls 1904 schloß sich die Aktieselskabet orsk Elektrisk & Brown Boveri, Kristiania, an, 1910 die Wiener d Budapester Fabrik der Vereinigten Elektrizitäts A.-G. als Österreichische bezw. Ungarische Brown-Boveri-Werke, A.-G., und 1921 wurde schließlich die Polnische Brown-Boveri-A.-G. in Warschau mit Fabrik in Zychlin gegründet. In der Schweiz wurden im Jahre 1911 die Werkstätten in Münchenstein der Elektrizitäts-Gesellschaft Alioth in Basel erworben.

Zur Verfolgung der Geschäfte auf dem Gebiete der Schiffsturbinen gründete Boveri die Turbinia-A.-G. in Berlin und bald darauf gliederte er dem BBC-Konzern die Howaldtswerke an, die von da an einen neuen Aufschwung nahmen.

Schon Anfang der 90er Jahre hatte Boveri die ungeheure Bedeutung der elektrischen Kraftübertragung vorausgesehen und erkannt, welch hervorragend volkswirtschaftliche Aufgabe im Zusammenhang damit durch den Ausbau der großen Wasserkräfte der Lösung harrte.

Er ebnete die Bahnen für die Entwicklung in dieser Richtung durch die Gründung der Motor-A.-G. für angewandte Elektrizität als Finanzierungs-, Bau- und Betriebsgesellschaft von Elektrizitätswerken. So entstanden viele schweizerische Elektrizitätswerke, die heute die Hauptbestandteile der schweizerischen Energiewirtschaft bilden.

Zusammenschluß und Möglichkeit weitestgehenden Energieaustausches zwischen den verschiedenen Kraftwerkgruppen waren die Grundsätze der Elektrizitätswirtschaft Boveris zu einer Zeit, in der man anderswo noch lange nicht daran dachte. Im Zusammenhang damit ist auch für die Entwicklung der Energiewirtschaft in Deutschland von Interesse seine Stellungnahme gegen Errichtung von Werken zur Erzeugung von elektrischer Energie in einer nur für den Bahnbetrieb geeigneten Form. Auch in dieser Hinsicht sind seine Gedanken der Entwicklung vorausgeeilt.

Auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft beschränkte sich Boveri ebenfalls nicht auf die Schweiz allein. Seine Unternehmungen erstreckten sich auch auf überseeische Länder, insbesondere Südamerika. In Deutschland entstand die Kraftversorgungs-A.-G. und die Kraftanlagen-A.-G. in Mannheim mit ähnlichen Aufgaben wie die Motor-A.-G. Entsprechend den andern Verhältnissen und Bedingungen befassen sich die Mannheimer Unternehmungen auch mit dem Betrieb und Ausbau von Kraftwerken in Verbindung mit Braunkohlengruben.

Die Bedeutung Boveris ist mit der Aufzählung der Gesellschaften und Werke, deren Begründer und dauernder Führer er war, nicht erschöpft. Er war nicht nur Ingenieur, Organisator und Finanzmann in seltener Einheit, sondern auch Volkswirt großen Stiles und klaren, weiten Blickes. Er war ein Meister der Sprache und seine Vorträge über technische und volkswirtschaftliche Fragen sind reich an Gedanken und klassisch in Form und Aufbau. Als überragender Kenner der europäischen Verhältnisse, durch sein unbefangenes Urteil, durch seine Fähigkeit, in den verwickeltesten Lagen mit scharfem Blick die einfachste Lösung und die Mittel zu ihrer Durchführung zu finden, wäre er berufen gewesen, an der sich anbahnenden wirtschaftlichen Neuordnung und Gesundung Europas mitzuwirken und neue Wege zu weisen.

Im Jahre 1916 ernannte ihn die Technische Hochschule Zürich aus Anlaß des 25jährigen Bestehens der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, zu ihrem Ehrendoktor.

Als Mensch wurde W. Boveri verehrt wegen seines vornehmen Charakters, der frei war von jeder Kleinlichkeit. In seinem Privatleben offenbarte sich sein Schönheitssinn in künstlerischen Anlagen, in denen er an die kulturelle Blütezeit seiner alten Heimat anknüpfte und durch die in gleicher Weise wie in seinem ganzen Wirken sein auf das Große gerichteter künstlerischer Geist zum Ausdruck kam. [P 929] Dr.-Ing. C. Gaa.

[1]) Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft Bd. 8 (1907).

Carl Fridolf Carlson †.

Am 23. Oktober d. J. verschied der Inhaber der Schichauwerke in Elbing, Danzig, Pillau und Riga, Dr.-Ing. eh. Carl Fridolf Carlson nach kurzem Krankenlager an den Folgen einer schweren Blinddarmerkrankung. Sein Tod kam allen überraschend, da sein körperliches Befinden, die Frische und Schärfe seines Geistes ihm noch eine längere Lebensdauer zu verheißen schienen. Mit ihm hat die deutsche Schiffbauindustrie einen ihrer bemerkenswertesten Vertreter und die ostdeutsche Industrie ihren hervorragendsten Führer verloren.

Carlson wurde am 22. Januar 1870 in Hassle in Schweden geboren und erhielt nach Besuch des Gymnasiums in Skara seine praktische Ausbildung auf den Werften in Göteborg, Stockholm, Malmö und Helsingör, studierte bis 1894 Schiffbau am Technologischen Institut in Göteborg und ging Ende 1894 nach Deutschland. Nach kurzer Tätigkeit bei der Danziger Schiffswerft von Johannsen & Co. war er in den Jahren 1895 bis 1898 im Konstruktionsbüro der Germaniawerft in Kiel tätig und trat am 1. Oktober 1898 als Schiffbauingenieur in die Dienste der Firma F. Schichau, Elbing.

Am 9. Oktober 1900 vermählte sich Carlson mit der einzigen Tochter Hildegard des damaligen Inhabers der Schichauwerke, des Geheimrats Carl H. Ziese und seiner Gemahlin Elisabeth geb. Schichau. Im Jahre 1902 wurde er Prokurist der Firma Schichau, siedelte nach fünfjähriger erfolgreicher Tätigkeit in Elbing im Jahre 1903 nach Danzig über und übernahm dort im Jahre 1909 nach Abgang des Schiffbaudirektors Topp die Leitung der Danziger Schichauwerft.

Hier hatte Carlson reichlich Gelegenheit, seine organisatorischen Fähigkeiten und seine nie versagende Arbeitskraft zu zeigen. Seine ganze Aufmerksamkeit galt der weiteren Ausbildung und Erhaltung des gut eingearbeiteten Arbeiterstammes und dem großzügigen Ausbau der Werkstätten und Hellinge, die bei der stetigen Zunahme der Schiffsgrößen eine ständige Erweiterung erforderten und für den Bau der größten Schlachtschiffe und Schnelldampfer hergerichtet wurden. So ist es nicht zum wenigsten sein Verdienst, der Danziger Schichauwerft trotz mancher Ungunst der Verhältnisse jenen Ruf verschafft zu haben, der sie in die Reihe der ersten Firmen unsrer deutschen Industrie stellt.

Eine große Anzahl der hervorragendsten Neubauten für unsre Kriegs- und Handelsmarine hat während dieser Zeit die Hellinge der Danziger Schichauwerft verlassen und den Ruhm unsrer deutschen Schiffbauindustrie bis in die entferntesten Teile der Erde getragen. Die Namen der Linienschiffe „Schlesien“, „Oldenburg“, „König Albert“ und „Baden“, des großen Schlachtkreuzers „Lützow“, der sich in der Skagerrak-Schlacht unsterblichen Ruhm erwarb, des grossen Schlachtkreuzers „Ersatz Blücher“ und der kleinen Kreuzer „Kolberg“, „Elbing“ und „Pillau“ legen beredtes Zeugnis davon ab. Unter den Handelsschiffen sind besonders zu nennen die transatlantischen Fracht- und Fahrgastdampfer „Kleist“, „Derfflinger“, „Cincinnati „Schwarzwald“ und „Homeric“, früher „Columbus“, der infol des Versailler Friedensvertrages in englische Hände übergin

Carlson trat an die Spitze der von Ferdinand Schicha vor 87 Jahren gegründeten und durch Carl H. Ziese zur We firma erhobenen Riesenunternehmens der Schichauwerke na Zieses Tode im Jahre 1917, als sich trotz des schweren Krieges d Schichauwerke aussichtsreich entwickelten und damals 15 000 A beiter beschäftigten. Ein Jahr später und das unglücklic Kriegsende mit seinen verheerenden Folgen brach über unser g beugtes Vaterland herein. Ein anderer wäre wohl unter d Riesenlast der neuen Aufgaben zusammengebrochen, nicht Carlson. Mit unerschöpflicher Unternehmungslust machte sich an die Arbeit, die Schichauwerke den neuen Verhältniss anzupassen. Um seine Werkstätten und Hellinge, die bis dah in erster Linie für den Bau v Fahrzeugen der Kriegsmarine ei gerichtet waren, nicht leer stehen lassen und seiner Arbeiterschaft B schäftigung zu verschaffen, legte trotz der durch den Umsturz in d Arbeiterschaft hervorgerufenen r dikalen Bewegung eine große A zahl kleinerer und größerer Frach dampfer auf eigene Rechnung a Stapel. Das war für jene Zeit m ihren ungewissen Verhältnissen e großes Wagnis, der Erfolg gab Ca son aber Recht, und dankbar ist anzuerkennen, daß er so geholf hat, die in der ostdeutschen Industr beschäftigten und mit ihr verbu denen Kreise vor dem wirtschaf lichen Zusammenbruch zu bewahre

Vollständig neue Fabrikation zweige wurden aufgenommen, so d Großdieselmotorenbau, der Wasse turbinenbau und der Bau von Kesse Entaschungsanlagen; Zahnradgetri be, die bisher mit großem Erfol nur für Kriegschiffe zahlreich au geführt worden waren, wurden au für Handelsschiffe und ortfeste B triebe hergestellt. Als größte Le stung auf dem Gebiete des Wasse turbinenbaues ist die Lieferung v 15 Stirnkesselturbinen mit einer G samtleistung von 150 000 PS für d Innkraftwerk der Bayerischen Al minium-Aktiengesellschaft zu nenne Ende 1923 verließ der für Rechnu des Norddeutschen Lloyd erbau Schnelldampfer „Columbus“, der als Schwesterschiff d „Homeric“ mit 42 000 t Wasserverdrängung und 30 000 PS M schinenleistung jetzt das größte Schiff der deutschen Handel flotte ist, die Schichauwerke.

Carlson war ein Mann von zielbewußtem Handeln und u beugsamer Energie. Obgleich er seiner alten schwedischen Heim die Treue bewahrte und in ihr gern Erholung von seiner vera wortungsreichen Tätigkeit suchte und fand, war er ein Deutsch von ganzem Herzen, ein echter Germane, der dem Wiederaufsti seines neuen Vaterlandes seine ganze Kraft widmete. Er war ke Mann der vielen Worte, er war ein Mann der Tat und auf jede der mit ihm in Berührung kam, strömte diese Tatkraft über w ein unerschöpflicher, nie versiegender Quell der Natur. [P 948]

Ehre seinem Andenken.

Elbinger Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure.

RUNDSCHAU.

Normung.

Jahresversammlung des Normenausschusses.

Wie alljährlich hielt der Normenausschuß der Deutschen Industrie am 13. Dezember 1924 im Ingenieurhause seine Jahresversammlung ab. Unter den Anwesenden bemerkte man neben fast allen führenden Männern der Normungsbewegung die Vertreter verschiedener Behörden sowie auch die Vertreter des englischen, holländischen, österreichischen und schweizerischen Normenausschusses. Nach einleitenden Begrüßungsworten, die er namentlich auch an die ausländischen Vertreter richtete, berichtete der Vorsitzende des NDI, Generaldirektor Dr.-Ing. eh. Neuhaus, über die Tätigkeit des NDI im Jahre 1924. Abweichend von den Berichten in den Vorjahren über Abgeschlossenes widmete der Vortragende in diesem Jahre denjenigen Fragen seine besondere Aufmerksamkeit, die zurzeit die Normeningenieure besonders beschäftigen. Auf diesen Teil der Ausführungen wird in der Chronik 1924 in dieser Zeitschrift näher eingegangen werden. Allgemein wichtig war namentlich der Hinweis, daß es heute Pflicht eines jeden Ingenieurs sei, die Normungsarbeiten aufs sorgfältigste zu verfolgen, und daß man die Normen in gewissem Sinn als ein technisches Gesetzbuch betrachten und diesen Grundsatz in bezug auf die Normung wie folgt ausdrücken könne: Unkenntnis der Normen schützt nicht vor Schaden!

Die Einführung der Normen in die Praxis macht günstige Fortschritte. Allerdings ist es noch notwendig, daß der NDI hierbei richtunggebend mitarbeitet. Verschiedene Maßnahmen haben sich bereits als erfolgversprechend erwiesen. Aus den Schlußworten des Vorsitzenden ging der unerschütterliche Glaube an den Vormarsch des Vereinheitlichungsgedankens hervor, der in Deutschland dank der verständnisvollen Zusammenarbeit von Industrie, Behörden und Wissenschaft reiche Früchte getragen hat.

Nach kurzen Begrüßungsansprachen der Herren le Maistre, Tromp, Tomaïdes und Zollinger für den englischen, holländischen, österreichischen und schweizerischen Normenausschuß sprach der Präsident des Eisenbahnzentralamtes, Hammer, über

Gemeinsames in Staats- und Privatwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Normung.

Der Vortragende ging davon aus, daß wir uns heute in einem Zeitalter tiefgreifender Umwälzungen befinden. Die politischen Veränderungen der letzten Jahre haben auch neue Anschauungen auf wirtschaftlichem und verwaltungstechnischem Gebiete gefördert. Während früher eines der wesentlichsten Glieder der Staatswirtschaft, die Eisenbahn, nach dem autoritären Prinzip geleitet wurde, ist es heute für die im Staatsdienst stehenden Techniker notwendig, sich in ihrem Denken und Fühlen von dem autoritären Prinzip zu lösen und sich von den Gedanken des ökonomischen Prinzips leiten zu lassen. Das ökonomische Prinzip war bisher in erster Linie die Grundlage der Privatwirtschaft, in Zukunft muß es aber auch die Grundlage der Staatswirtschaft werden. Die Techniker im Staatsdienst müssen sich bewußt sein, daß sie dem Staat am besten dienen, wenn sie die Wirtschaftlichkeit in erster Linie maßgebend sein lassen. Ein Beispiel hierfür ist die Normung. Nützliche Normen können niemals aus dem Grundsatz der Staatsgewalt als Vorschriften von Behörden allein hervorgehen, sondern sie müssen doch die Gesetze der Wirtschaftlichkeit berücksichtigen. Diese Forderung erfüllen die Dinormen und die aus ihnen entwickelten Fachnormen; denn sie sind aus enger Zusammenarbeit zwischen Staat und freier Wirtschaft entstanden. In diesem Punkt unterscheiden sich die Lokomotiv- und Wagennormen des Allgemeinen und des Engeren Lokomotiv- bzw. Wagen-Normenausschusses von den früheren Vereinheitlichungsbestrebungen der deutschen Bahnen, die schon über 50 Jahre zurückreichen.

An der Hand zahlreicher Lichtbilder zeigte der Vortragende dann Einzelheiten aus den Normungsarbeiten der Reichsbahn im Fahrzeugbau, die erkennen ließen, wie willkürlich man früher trotz aller Vorschriften infolge des Fehlens von festen Normen gearbeitet hatte und wie zielbewußt jetzt diesem Zustand ein Ende bereitet wird. Im Rahmen dieses kurzen Berichtes kann hierauf nicht näher eingegangen werden, und muß daher auf das demnächst erscheinende Sonderheft dieser Zeitschrift über die Eisenbahntechnische Tagung, in erster Linie auf die Arbeiten von Fuchs, Iltgen und Klein verwiesen werden.

Durch Schaffung der Reichsbahn wurde auch die Entwicklung eines einheitlichen Oberbaues eine Notwendigkeit; denn infolge der genannten Länderverwaltungen hatten sich in den einzelnen Gebieten des heutigen Reichsbahnnetzes die verschiedensten Oberbauformen entwickelt. Besondere Aufmerksamkeit hat die Reichsbahn auch der Einführung der Dinformate für Papier zugewendet und infolge zwar ungewöhnlicher, aber desto wirkungsvollerer Maßnahmen in kurzer Zeit einen vollen Erfolg erzielt.

Der Vortragende faßte seine Ausführungen dahin zusammen, daß der Staat infolge seines Hoheitsrechtes auch die Pflicht habe, im Dienste der Volksgemeinschaft die höchste Wirtschaftlichkeit zu erstreben.

Anschließend daran entwarf der Leiter des schweizerischen Normenbureaus, Zollinger, ein Bild der

internationalen Normungsarbeit.

Internationale Normen können nur das Erzeugnis gegenseitiger Verständigung sein. Hierzu ist nicht nur eine vorzügliche Organisation, sondern auch auf allen Seiten der feste Wille zur internationalen Norm erforderlich und nicht zuletzt auch ein reichliches Maß von Geduld. Als recht förderlich hat sich ein frühzeitiger Austausch der Arbeitsergebnisse zwischen den nationalen Normenausschüssen erwiesen. Alle diese Voraussetzungen sind in den verschiedenen Ländern mehr oder weniger erfüllt. Der Wille zur Zusammenarbeit ist aber, wie auf der internationalen Konferenz der Sekretäre der nationalen Normenausschüsse im Jahre 1923 in Zürich festgestellt werden konnte, überall wirklich vorhanden. Auch der Austausch der Arbeitsergebnisse ist ziemlich befriedigend. Vollkommen ist dieser Austausch zwischen Deutschland, Österreich und der Schweiz geregelt. Leider spielen aber im Verkehr mit andern Ländern politische Momente eine hemmende Rolle, namentlich in Belgien und Frankreich.

Die Ergebnisse der bisherigen internationalen Normung sind noch bescheiden, aber alle Normenausschüsse stehen miteinander in häufig persönlicher Verbindung, und der schweizerische Normenausschuß hat als Vorort die Aufgabe übernommen, die angeknüpften Verbindungen zu erhalten und auszubauen. Von den praktischen Ergebnissen der internationalen Normung sind die Vorschläge für Kugellager zu nennen, die von deutschen, amerikanischen und schwedischen Fachleuten bearbeitet und durch Vermittlung der Schweiz den andern Ländern unterbreitet worden sind. Man kann erwarten, daß sie bald als internationale Norm erklärt werden können. Die Papierformate haben sich bereits in Deutschland, Österreich und der Schweiz durchgesetzt, in Holland, Belgien, Tschechoslowakei, Schweden und Norwegen sind sie beschlossen oder vorgeschlagen. Vom 1. Oktober 1925 ab haben wir die Einheitsweltpostkarte im Format 105×150 (148) mm².

Die Schlüsselweiten für Schrauben sind in einer Reihe von Ländern einheitlich festgelegt worden, ebenso die Keilquerschnitte. In der Gewindefrage ist bei den Rohrgewinden und den Whitworthgewinden durch Anerkennung der englischen Norm auf dem Kontinent Übereinstimmung geschaffen. Das metrische Gewinde ist, soweit es überhaupt angewendet wird, international. Das große Gebiet der Rohrleitungen ist gemeinsam von deutschen und schweizerischen Ausschüssen bearbeitet worden. Die Arbeiten stehen unmittelbar vor dem Abschluß und dürften auch in andern kontinentalen Ländern übernommen werden. Die Passungen sind insofern international geregelt, als 20° Bezugstemperatur und die Nullinie als Begrenzungslinie in den meisten Staaten angenommen sind. Sonst bestehen allerdings Abweichungen, die aber häufig noch Austauschbarkeit ermöglichen. In der Elektrotechnik und im Hoch- und Tiefbauwesen gehen wir internationalen Normen entgegen.

Die Beispiele zeigen, daß ein Anfang gemacht ist. Die internationale geistige Zusammenarbeit wird den Zusammenschluß der geistigen Kräfte, der Ingenieure und Techniker, fördern und einen Eckpfeiler für gesundes Wirtschaftsleben und wahren Frieden bilden.

Zum ersten Male seit Bestehen des NDI ergriff dann ein Vertreter der Anschauungen und

Wünsche des Ausfuhrhandels,

Dipl.-Ing. Renner, das Wort und führte aus, daß wir heute mehr denn je mit Rücksicht auf unsere Wirtschaftslage die Ausfuhr betreiben müssen. Zu ihrer Belebung ist die Normung vorzüglich geeignet; denn durch sie können unsre Herstellungs- und Vertriebsverfahren und unsre Wettbewerbfähigkeit erheblich verbessert werden. Kleinere Lagerhaltung infolge Verminderung der verschiedenen Ausführungsformen ermöglicht geringeren Kapitalaufwand, und kleinere und mittlere Werke werden in den Stand gesetzt, gemeinsame Auslandlager zu errichten. Für das Vertriebswesen wird Normung des Angebotverfahrens und der Propaganda empfohlen. Ferner können auch mit Hilfe der Normung Verbilligungen in der unbedingt notwendigen fremdsprachlichen Propaganda und schließlich auch im Kabelwesen erzielt werden.

Die Jahresversammlung des NDI hinterließ bei den Teilnehmern den Eindruck, daß die erste Entwicklungsstufe der Normung: das Ringen um Anerkennung, abgeschlossen ist, und daß wir uns am Beginn der zweiten Stufe befinden, die durch die planmäßige Einführung der Normen in die Praxis und durch den Ausbau der Fachnormen gekennzeichnet ist.

[N 991] Dipl.-Ing. W. Reichardt.

Meßgeräte.

Preisausschreiben

für Spannungs- und Schwingungsmesser für eiserne Brücken.

Die bis in die neueste Zeit gebauten Apparate zur Messung und Aufzeichnung von Schwingungen[1]), die an eisernen Brücken durch dynamische Beanspruchung hervorgerufen werden, entsprechen noch immer nicht den an solche Geräte zu stellenden Anforderungen. Der Grund hierfür liegt einerseits darin, daß die zu messenden kleinen Bewegungen (Meßgenauigkeit etwa $^1/_{1000}$ mm) stark vergrößert, aber unverzerrt als Diagramme aufgezeichnet werden müssen, anderseits dürfte er darin zu suchen sein, daß die meisten Hersteller solcher Meßgeräte mit der Meßaufgabe und den Begleitumständen nicht genügend vertraut zu sein scheinen.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft veranstaltet daher einen Wettbewerb zur Erlangung von naturgroßen, betriebsfähigen Modellen je eines Spannungs- und eines Schwingungsmessers, die hinsichtlich des dynamischen Verhaltens der eisernen Brücken richtige Angaben machen. Beide Apparate können auch in ein Gerät vereinigt werden, so daß gewissermaßen ein Universalgerät entstände, mit dem sowohl Schwingungen als auch Spannungen gemessen werden können. Indessen wird auf eine solche Vereinigung kein Wert gelegt, da beide Apparate zugleich gebraucht werden und die Handlichkeit dadurch leiden könnte.

Das Preisgericht besteht aus den Herren Wirkl. Geh. Oberbaurat Dr.-Ing. Dr. Zimmermann, Professor Dr.-Ing. Gehler, Oberregierungsbaurat Dr.-Ing. Saller, Brückeningenieur der Schweizerischen Bundesbahnen Bühler, Regierungsbaurat Hülsenkamp. Ihm steht eine Summe von 33 000 ℳ zur Verfügung, aus der für die vom Preisgericht als geeignetste Apparate anerkannten Spannungs- und Schwingungsmesser je drei Preise ausgesetzt werden.

1. Preis für Spannungsmesser . . . . 8000 ℳ,
2. „ „ „ . . . . 6000 ℳ,
3. „ „ „ . . . . 4000 ℳ,
1. Preis für Schwingungsmesser . . . . . . 7000 ℳ,
2. „ „ „ . . . . . . 5000 ℳ,
3. „ „ „ . . . . . . 3000 ℳ.

Die preisgekrönten Apparate bleiben mit allen Rechten Eigentum der Erfinder. Die Geräte sind bis zum 1. Juni 1925 dem Eisenbahn-Zentralamt, Berlin, Hallesches Ufer 35, mit äußerlich als „Wettbewerb für Spannungs- und Schwingungsmesser für eiserne Brücken" gekennzeichneten Begleitschreiben einzusenden.

Zur Wegleitung sollen folgende Bedingungen dienen, denen die Apparate zu dienen haben:

Spannungsmesser.

Der Spannungsmesser soll mit einer Schreibvorrichtung versehen sein, die mindestens 200 Spannungsschwingungen in der Sekunde aufzeichnen kann. Dies bedingt in erster Linie, daß kein Teil des Apparates, also auch des die Schaulinien aufzeichnenden Teils, in irgendwelcher Hinsicht eine Eigenschwingungszahl haben darf, die niedriger ist als der vierfache Wert der oben genannten Schwingungszahl. Die Eigenschwingungszahl der Geräteteile, einzeln und zusammen arbeitend, darf also nicht kleiner sein als 800 Schwingungen in der Sekunde. Die Schreibvorrichtung muß die Schaulinien sozusagen reibungslos aufzeichnen können.

Auf den Diagrammen soll neben der Spannungs- oder Schwingungskurve eine sich nicht verändernde gerade Linie, die sogenannte Nulllinie aufgezeichnet werden, die als Grundlinie für die Ausmessung der Diagramme dienen soll. Ferner soll eine Einrichtung vorhanden sein, die es ermöglicht, die Schaulinien mit Zeitmarken zu versehen. Die Zeitmarken können mit der Nullinie verbunden werden. Es soll außerdem eine z. B. mit Elektromagneten versehene Markierungsvorrichtung angebracht sein, die gestattet, bestimmte Zeitpunkte auf dem Diagramm durch äußeren Stromschluß festzuhalten, um Stellungen der fahrenden Last mit den Diagrammpunkten in Beziehung bringen zu können.

[1]) Aus dem Schrifttum, das sich mit dieser Aufgabe befaßt, seien folgende Veröffentlichungen besonders erwähnt:
1. Melan, Über dynamische Wirkung bewegter Lasten auf Brücken. Z. österreich. Ing.- u. Arch.-Vereine s. Bd. 45 (1893) S. 293.
2. Zimmermann, Die Schwingungen eines Trägers mit bewegter Last. Zentralblatt der Bauverwaltung 1896 S. 264 ff.
3. Bühler, Darstellung und Kritik der in der Literatur vorliegenden Untersuchungen über Schwingungen eines Trägers mit bewegter Last. Glasers Annalen Bd. 65 (1909).
4. a) American Railway Engineering and Maintenance of Way Association. Bulletin Nr. 125 Juli 1910.
   b) „Eisenbau" 1910 S. 290.
5. Hawranek, Schwingungen von Brücken. „Eisenbau" 1914 S. 221.
6. a) Ministry of Transport. Tests on Railway Bridges in Respect of Impact Effect. London 1921. „The Railway Engineer" 1921 S. 325 und 369.
   b) „Bauingenieur" 1922 S. 33. Die englischen Versuche über Stoßwirkungen von Dr.-Ing. G. Müller.
7. Saller, Einfluß bewegter Last auf Eisenbahnoberbau und Brücken. Wiesbaden, C. W. Kreidels Verlag.
8. Geiger, Mechanische Schwingungsvorgänge und deren meßtechnische Untersuchungen. „Maschinenbau, Gestaltung" 12. August 1922.
9. Geiger, „Schweizerische Bauzeitung" 1923 Heft 1.
10. Geiger, Dynamische Untersuchungen von Brücken. „Bauingenieur" 1924 Heft 19.
11. Einfluß von Stößen und bewegter Lasten auf Schwingungen von Brückenträgern. „Engineering" 21. März 1924.
12. Hülsenkamp, Welche Anforderungen sind an Meßgeräte für die Ermittelung der dynamischen Wirkungen an eisernen Brücken zu stellen? „Bautechnik" 1924 Heft 51.

Die Übersetzung des Gerätes soll veränderlich sein; bei kleinst Meßlänge und bei kleinster Übersetzung müssen am Diagramm Spannungsunterschiede von wenigstens 20 kg/cm² festgestellt werden könne Bei größter Übersetzung und bei größter Meßlänge sollen am Diagram dagegen Spannungsänderungen von 5 kg/cm² noch bestimmbar sei Auch die Meßlänge soll nach Möglichkeit veränderlich sein, andernfal soll sie nicht mehr als 20 cm betragen.

Die Diagrammbandbreite muß so bemessen sein, daß sowohl Zug als auch Druckspannungen bis zu 2000 kg/cm² aufgezeichnet werden kö nen (Gesamtmeßbereich 2000 kg/cm²). Die Schaulinien sollen ohne ve größernde Hilfsmittel auswertbar sein. Der Ablauf des Diagrammbande soll in den Grenzen zwischen 0,5 und 10 cm/s veränderlich sein. Die Ei schaltung des Uhrwerks soll fernbedienbar sein, damit mehrere Apparat gleichzeitig bedient werden können. Die Papiertrommel braucht nich mehr als 20 m Papierstreifen zu fassen.

Die photographische Erzeugung von Schaulinien ist nicht e wünscht, da dadurch die praktische Verwendbarkeit stark beeinträch tigt wird, indem erst nach Beendigung der Messungen durch Ent wickeln der Filme festgestellt werden kann, ob die aufgenommene Schaulinien den Anforderungen entsprechen, oder ob die Versuch nochmals wiederholt werden müssen.

Die Befestigung des Gerätes darf weder umständlich, noch zei raubend sein und muß auch von weniger Geübten bewerkstelligt werde können. Sie muß durchaus fest und unverrückbar sein, so daß de Apparat stärkste Erschütterungen ohne die geringste Lockerung e tragen kann. Die Anbringung des Gerätes an der Meßstelle muß s sein, daß die Meßlänge unzweideutig festliegt und die Meßstrecke nich beeinflußt wird. Die Geräte müssen sich an allen wagerechten, lot rechten und schrägen Brückengliedern und an allen hierzu verwendete Formeisen anbringen lassen. Als kleinste Profile kommen hierbei U und I-Eisen von 16 cm Außenhöhe und als größte Dicke vo verstärkten Flanschen 10 cm in Frage. Der Spannungsmesser sollte wenn irgend möglich, die Spannung einer wirklichen Querschnittsfase und nicht die einer außerhalb des Querschnitts liegenden idealen Fase anzeigen. Die Verwendung einer Meßstange oder dergleichen sollte als vermieden werden.

Alle beweglichen Teile sollten vor Staub, Schmutz, Regen un Wind geschützt angeordnet sein.

Vorhandene Geräte, ihre Vorteile und Nachteile.

Spannungsmesser, Bauart Fränkel-Leuner[2]).

Die Längenänderungen werden von einer Meßstange durch Hebel und Stahlbandgelenk-Übersetzung 150fach vergrößert und durch eine Anilinfarbstift auf Chrompapier aufgezeichnet.

Vorzüge: Ziemlich einfache Befestigungsart und Bedienung Meßlänge veränderlich. Toter Gang durch Federgelenke möglichst auf gehoben.

Nachteile: Eigenschwingungszahl des schreibenden Teils vie zu gering. Spannungsmessung erfolgt in einer idealen Faser. Kleinst Meßlänge mit 50 cm zu groß. Papierablauf hat unveränderliche und zu kleine Geschwindigkeit. Reibung zwischen Schreibstift und Papie zu groß.

Spannungsmesser, Bauart Okhuizen[3]).

Zweifaches Hebelgerät ohne Meßstange, dessen Messingschreibstift die Bewegungen, etwa 400fach vergrößert, auf Chrompapier schreibt.

Vorzüge: Handliche Befestigungsart. Geringe Meßlänge. Toter Gang durch kegelige Gelenkhalter vermieden. Spannungsmessung erfolgt auf einer wirklichen Querschnittsfaser.

Nachteile: Eigenschwingungszahl zu gering. Papierablauf nur mit der Hand zu bewerstelligen. Reibung zwischen Schreibstift und Papier zu groß.

Spannungsmesser, Bauart Mesnager[4]).

Dreifaches Hebelgerät ohne Meßstange, dessen Schreibstift die Bewegungen etwa 1000fach vergrößert und auf gewöhnliches Papier schreibt.

Vorzüge: Einfache Befestigungsart. Geringe Meßlänge (5 cm). Toter Gang durch Federgelenke vermieden. Spannungsmessung erfolgt in einer Querschnittsfaser. Geringe Reibung zwischen Schreibvorrichtung und Papier.

Nachteile: Eigenschwingungszahl zwar höher als bei den Bauarten von Fränkel-Leuner und Okhuizen, aber noch nicht hoch genug. Bei raschen Schwingungen wird die Tinte der Schreibvorrichtung herausgeschleudert. Kein fortlaufender Papierstreifen, daher zu begrenzter Raum für Diagramme. Apparat ist zu hoch, um in kleinen Profilen angebracht werden zu können.

Spannungsmesser, Bauart Fereday-Palmer[5]).

Röhrenförmiger mechanisch-optischer Apparat ohne Meßstange, bei dem ein mit Federgelenk versehener einarmiger Hebel einen Spiegel trägt, der durch Spannungswechsel in Drehungen versetzt wird. Der Spiegel erhält von einer im Gerät befindlichen Lichtquelle einen Lichtstrahl, der durch den Spiegel auf ein Filmband geworfen wird.

[2]) „Zentralblatt der Bauverwaltung" 1884. „Deutsche Bauzeitung" 1893 Heft 94 S. 576.

[3]) Beschreibung von Apparaten zur Untersuchung von eisernen und massiven Bauwerken, zusammengestellt vom Brückenbaubureau der Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen. Dr. Th. Wyss, Spannungsuntersuchung von Knotenblechen. Forschungsheft 262, herausgegeben vom V. d. I.

[4]) Beschreibung von Apparaten zur Untersuchung von eisernen und massiven Bauwerken wie zu 3). Annales des Ponts et Chaussées 1903/I S. 212.

[5]) „Railway Engineer" Sept. 1921 S. 328. „Der Bauingenieur" 1922 S. 33.

Vorzüge: Soll bis 300 Spannungswechsel in der Sekunde anzeigen. Einfache Befestigung. Toter Gang im mechanischen Teil des Apparates durch Federgelenk vermieden. Spannungsmessung erfolgt in einer wirklichen Querschnittsfaser. Ablauf des Diagrammpapiers in weiten Grenzen veränderbar.

Nachteile: Vermutlich wird das Rohr, in das das Gerät eingebaut ist, gelegentlich erschüttert, wodurch die Diagramme gefälscht werden können. Meßlänge von 50 cm zu groß. Erzeugung der Schaulinien auf optisch-photographischem Wege unerwünscht und umständlich.

Electrical Telemeter des Standard-Bureau in Washington[1]).

Mehrere in zwei Stapeln aufeinander liegende Kohlenplättchen werden durch Veränderung des Abstandes der beiden Meßpunkte zusammengedrückt oder entlastet, wodurch ihre elektrische Leitfähigkeit verändert wird. Mit Hilfe der Wheatstoneschen Brückenschaltung wird die Widerstandsänderung auf einen Oszillographen übertragen, durch den die Spannungswechsel angezeigt werden.

Vorzüge: Der Apparat soll bis zu 100 Spannungswechsel in der Sekunde anzeigen. Der Oszillograph kann entfernt von der eigentlichen Meßstelle aufgestellt werden. Einfache Befestigung.

Nachteile: Es besteht die Gefahr, daß infolge der Elastizität der Kohlenplättchen ihre Bewegung raschen Spannungswechseln nicht folgen kann, wodurch die Widerstandsänderung nicht gleichzeitig mit den Spannungswechseln auftritt. Aufzeichnung der Schaulinien auf photographischem Wege durch den Oszillographen. Die Zahl der sekundlichen Spannungswechsel ist noch zu gering.

Spannungsmesser der Cambridge and Paul Scientific Instrument Company[2]).

Dieser Spannungsmesser ist ein zweifaches Hebelgerät, wobei der eine Hebel ein Federgelenk hat und der zweite durch Federzug gegen den ersten gepreßt wird. Der zweite Hebel trägt an seinem Ende eine Spitze, die die Diagramme in ein Zelluloidband einkratzt. Der Apparat soll bis zu 1400 Spannungswechsel in der Sekunde anzeigen, was jedoch in Anbetracht der verhältnismäßig großen Reibung zwischen Schreibstift und Zelluloidband zu bezweifeln ist.

Vorteile: Einfache Befestigungsart. Toter Gang des einen Hebels durch Federgelenk, des andern Hebels durch Federdruck aufgehoben. Meßlänge mit etwa 25 cm noch annehmbar. Spannungsmessung erfolgt in einer wirklichen Querschnittsfaser.

Nachteile: Da der Apparat mit einer nur 15fachen Übersetzung arbeitet, müssen die Schaulinien mit einem Mikroskop ausgewertet werden.

Spannungsmesser Bauart Geiger[3]).

Die Längenänderungen werden durch eine Meßstange und verschiedene Hebel übertragen. Die Aufzeichnung erfolgt auf gewöhnlichem Papier mit Tinte, die sofort getrocknet wird.

Vorzüge: Sehr hohe Eigenschwingungszahlen bis zu 600 in der Sekunde. Reibung zwischen Papier und Schreibstift besteht nur in Flüssigkeitsreibung. Papierablauf in weiten Grenzen veränderlich. Meßlänge und Übersetzung veränderlich. Toter Gang wird durch Federdruck aufgehoben.

Nachteile: Umständliche Befestigung. Spannungsmessung erfolgt in idealer Faser.

Spannungsmessung durch elektrische Widerstandsmessung von Oberingenieur Elsässer[4]).

Die Längenänderungen werden auf einen Widerstandsdraht übertragen, dessen Ohmscher Widerstand unter Zuhilfenahme eines Oszillographen gemessen wird.

Vorzüge: Eigenschwingungszahl der messenden Teile kann sehr hoch gewählt werden. Meßlänge kann in weiten Grenzen verändert werden. Spannungsmessung erfolgt in einer wirklichen Querschnittsfaser. Toter Gang der messenden Teile so gut wie ausgeschlossen.

Nachteile: Ziemlich umständliche Befestigungsart. Aufzeichnung der Schaulinien auf photographischem Wege durch Oszillographen.

Schwingungsmesser.

Der Schwingungsmesser soll auf dem seismographischen Prinzip beruhen und mit Schreibvorrichtung versehen sein. Es sollen mit ihm sowohl wagerechte wie auch senkrechte Schwingungen von wenigstens 10 Schwingungen in der Sekunde bis hinunter auf eine Schwingung in der Sekunde aufgenommen werden können. Diese Bedingung erfordert eine Veränderung der Eigenschwingungszahl der trägen Masse bis zu 5 Schwingungen in der Sekunde. Die Übersetzung in der Schreibvorrichtung soll verändert werden können, braucht aber eine 25fache Vergrößerung nicht zu übersteigen. Als Diagrammbandbreite würden senkrecht wie wagerecht ungefähr 5 cm genügen. Es wäre auch erwünscht, mit dem gleichen Gerät durch Veränderung der trägen Masse oder ihrer Aufhängung die senkrechte und wagerechte Durchbiegung von Brückenträgern messen zu können. Dies würde bedingen, daß die Eigenschwingungszahl der trägen Masse 0,1 Schwingung in der Sekunde nicht übersteigt. Für die Aufzeichnung der senkrechten Durchbiegung wäre dann eine Diagrammhandbreite von 8 cm erforderlich. Die Durchbiegungen können in diesem Falle naturgroß oder bis zu doppelter Vergrößerung aufgezeichnet werden. Im übrigen gelten bezüglich der Eigenschwingungen, der Reibung der Schreibvorrichtungsteile, der photographischen Herstellung der Diagramme, des Diagrammbandablaufs, der Befestigung usw. des Gerätes die beim Spannungsmesser angegebenen Grundsätze. Außerdem muß die träge Masse so angeordnet sein, daß sie durch Windstöße der Atmosphäre oder der rasch fahrenden Belastungszüge nicht beeinflußt wird.

Im folgenden werden einige vorhandene Geräte kurz beschrieben und ihre Vorzüge und Nachteile angegeben:

Schwingungsmesser Bauart Fränkel-Leuner[5]), Gerät mit senkrechtem und wagerechtem Pendel.

Vorzüge: Die senkrechten und wagerechten Schwingungen werden auf das gleiche Diagrammpapier aufgezeichnet. Einfache Aufstellung und Handhabung. Eigenschwingungszahl der trägen Masse für wagerechte Schwingungen ist gering genug. Aufzeichnung auf gewöhnlichem Papier.

Nachteile: Die Eigenschwingungszahlen der Pendel können nicht verändert werden. Für das senkrechte Pendel ist die Eigenschwingungszahl mit 1 Schwingung in der Sekunde zu groß. Die Eigenfrequenz der Schreibvorrichtung ist zu klein. Durchbiegungen können nicht aufgenommen werden. Reibung zwischen Schreibstift und Papier ist zu groß.

Gerät von Grunmach[6]).

Dreipendelgerät, durch das die Schwingungen mit Hilfe eines Saitengalvanometers aufgezeichnet werden.

Vorzüge: Eignet sich für sehr rasche Schwingungen mit kleinem Schwingungsausschlag. Die Schaulinien werden vom Schwingungsmesser entfernt aufgezeichnet, wodurch große Unabhängigkeit von der Witterung erzielt wird. Träge Massen sind vor Windeinfluß geschützt.

Nachteile: Aufzeichnung der Schaulinien auf photographischem Wege. Der Apparat eignet sich in der bestehenden Ausführung nicht für langsame Schwingungen.

Vibrograph von Geiger[7]).

Einfaches Pendelgerät, mit dem sowohl senkrechte als auch wagerechte Schwingungen aufgenommen werden können. Aufzeichnungen erfolgen mit Tinte auf gewöhnlichem Papier.

Vorzüge: Eigenschwingungszahl des Schreibgerätes sehr hoch. Die Eigenschwingungen der trägen Masse, die Schreibhebelübersetzung und der Papierablauf können in weiten Grenzen verändert werden. Reibung zwischen Schreibstift und Papier besteht nur in Flüssigkeitsreibung.

Nachteile: Aufzeichnungen der senkrechten und wagerechten Schwingungen erfolgen nicht gleichzeitig. Träge Masse ist bei geringer Eigenschwingungszahl nicht gegen Luftstöße geschützt.

Schwingungsmesser der Cambridge & Paul Scientific Instrument Company[8]).

Gerät zum Messen senkrechter Schwingungen, bei dem die Schwingungen ähnlich wie beim Spannungsmesser der gleichen Firma durch einen Schreibstift in ein Zelluloidband eingekratzt werden.

Vorzüge: Eigenschwingungszahl kann verändert werden.

Nachteile: Reibung zwischen Schreibstift und Zelluloidband jedenfalls groß. Apparat ist nur für senkrechte Schwingungen gebaut. Träge Masse ist nicht gegen Luftstöße geschützt. [N 969]

Berichtigungen.

Wasserkräfte an Wasserstraßen.

Die in Z. Bd. 68 (1924) Heft 47 S. 1211 und 1212 bei Abb. 5 und 7 angewandte Bezeichnung „Kaplanturbine" muß durch „Propellerturbine" ersetzt werden, weil sie mit dem Begriff, der zwischen den Firmen des Kaplanturbinenkonzerns für Kaplanturbinen festgelegt ist, nicht in Einklang steht. Das in dem dort behandelten Mainkraftwerk Viereth angewandte Turbinenrad gehört zur Klasse der sogenannten Diagonal-Flügelräder und das Rad für die Anlage Kachlet zu den Radial-Flügelrädern. [N 996]

Verbesserung der Holztränkung durch Anstechverfahren.

Wir werden darauf aufmerksam gemacht, daß die Stechmaschine nach Haltenberger und Berdenich (s. Heft 49 S. 1273) von der Waffen- und Maschinenfabriks-Aktiengesellschaft, Budapest, entworfen, ausgeführt und dieser unter Nr. 280 110 und 283 522 im Deutschen Reiche patentiert sind. [N 992]

---

[1]) A New Electrical Telemeter, Washington, Government Printing Office 1924. „Engineering News-Record" vom 5. Juli 1923. „Bautechnik" 1924 Heft 18 S. 194.

[2]) „The Engineer" Bd. 138 (1924) S. 12. Z. Bd. 68 (1924) S. 425.

[3]) Z. Bd. 68 (1924) S. 265.

[4]) Messen von Schwingungs- und Drehmomenten mittels Oszillographen von Oberingenieur Elsässer. Z. Bd. 68 (1924) S. 485.

[5]) Beschreibung von Apparaten zur Untersuchung von eisernen und massiven Bauwerken. Zusammengestellt vom Brückenbaubureau der Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen. Schweizerische Bauzeitung 1897.

[6]) Über neue Methoden zur Messung von Erderschütterungen kleinster Periode von Prof. Grunmach. Berichte der Deutschen Physikalischen Gesellschaft im Jahre 1909 S. 583.

[7]) Z. Bd. 66 (1922) S. 437.

[8]) „The Engineer" 1923 Nr. 3549.

BÜCHERSCHAU.

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch den VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. Abteilung Sortiment, bezogen werden.

Die Lokomotiven, Serie E. Von Prof. G. Lomonossoff. Berlin 1924, Selbstverlag. 313 S. m. 642 Abb. und 259 S. Beilagen. Preis geh. Gm. 40.

Bereits vor dem Kriege wurden in Rußland E-Heißdampf-Güterzuglokomotiven gebaut und in den Jahren 1915/16 und 1921/22 auf der Strecke erprobt. Als die Frage des Wiederaufbaues entstand, wurde der Verfasser des vorliegenden Buches damit beauftragt, als Einheitstype die E-Heißdampf-Güterzuglokomotive im Auslande zu bestellen. In Deutschland sind 700 Lokomotiven bei 19 Fabriken bestellt worden; weitere 1000 Lokomotiven sollten Nydqvist & Holm in Schweden liefern, doch wurde dieser Auftrag späterhin auf 500 Lokomotiven herabgesetzt.

Da somit diese Lokomotivtype für eine ganze Reihe von Jahren die wichtigste Rußlands sein wird, sollen weite Kreise der russischen Eisenbahnfachleute eine gute Kenntnis dieser Lokomotivtype erlangen. Auf diese Weise entstand das vorliegende Werk, das leider nur in russischer Sprache erscheint.

Es wird durch einen geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der E-Lokomotive in Rußland eingeleitet. Man entnimmt daraus, daß die Verkehrsverhältnisse auf manchen Bahnen bereits Anfang dieses Jahrhunderts zur Schaffung einer leistungsfähigeren Güterzuglokomotive drängten. In Anlehnung an die österreichische Gölsdorf-Lokomotive und die Erfahrungen auf andern Bahnen wurde beschlossen, E-Heißdampflokomotiven in Rußland zu bauen. 1913 waren diese Lokomotiven schon in gewissem Umfang auf der Wladikawkas-Bahn, der Rjasan-Ural-Bahn und der Nord-Donez-Bahn vertreten. Kurz vor Beginn des Krieges wurden diese Lokomotiven auch zum Verkehr auf andern Bahnen zugelassen, und während des Krieges wurden fast ausschließlich diese Lokomotiven gebaut.

Bei der Beschreibung der Bauart der Lokomotive wird auf die baulichen Unterschiede aufmerksam gemacht, die zwischen den in Rußland, in Deutschland und in Schweden erbauten Lokomotiven bestehen. Dann werden Zweck und die Methode der Untersuchung von Lokomotiven behandelt, die der Verfasser in 25jähriger Praxis ausgearbeitet hat und worüber nächstens auch eine deutsche Schrift erscheint[1]).

Den weiteren Inhalt des Buches bilden Berichte über die Untersuchung der E-Heißdampflokomotive auf der Nord-Donez-Bahn, der Nord-West- und Süd-Bahn und auf der Nikolai-Bahn mit sämtlichen Ergebnissen und Diagrammen sowie über den bekannten Prüfstand für Lokomotiven in Eßlingen. Eine Zusammenfassung und Kritik der Gesamtergebnisse der Versuche und eine Kritik der E-Lokomotive bilden den Abschluß des Buches.

Die Beilagen bringen Niederschriften über Beratungen usw., die zur Schaffung der E-Heißdampflokomotive führten, ferner eine Reihe von Verfügungen und Berichten, welche die konstruktiven Einzelheiten der neu bestellten Lokomotiven betreffen, Protokolle aller Messungen usw. Für den russischen Leser haben diese Stücke geschichtlichen Wert. [E 931] Dr.-Ing. E. Mrongovius.

Kalkbrennöfen. Von Moritz. Berlin 1924, Verlag des Vereins Deutscher Kalkwerke e. V. Preis geh. Gm. 2.

Das Heft bietet eine lückenlose Darstellung der verschiedensten Ofenbauarten, die zum Kalkbrennen benutzt werden oder wurden, nebst Beschreibung ihrer Betriebsweise. Wenngleich auch über die chemisch-physikalischen Grundlagen des Brennens einiges ausgeführt ist, so erscheint die gesamte Darstellung für den einfachen Praktiker zurechtgemacht. Die Ofenüberwachung ist gleichfalls erwähnt, doch muß zusammenfassend die Schrift feuerungstechnisch als zu knapp bezeichnet werden, da dieser Gesichtspunkt gerade bei diesen einfachen Betrieben größte Beachtung verdient. Dem technisch Gebildeten wird die gebotene Kost etwas zu mager sein, für Brennmeister und einfache Praktiker ist das Heft jedenfalls sehr zu empfehlen. [E 874] Trenkler.

Großgasversorgung. Von Starke. Leipzig 1924, Otto Spamer. 274 S. m. 6 Abb. Preis geh. Gm. 10, geb. Gm. 11,50.

Das Buch zeigt in grundsätzlicher Weise und an der Hand ausführlicher Rechnungen, daß eine Fernversorgung mit Koksofengas über 300 km nicht nur gegenüber der Bahnfracht billiger zu stehen kommt, sondern auch, daß es möglich wäre, den jetzigen Gaswerken als Verteilern Koksofengas auf diesem Wege billiger zu liefern, als sie es selbst unter günstigsten Bedingungen herstellen können. Dieses Ergebnis ist nicht neu, verdient aber immer wieder hervorgehoben zu werden, da die Abnehmer mittels der in diesem Buch empfohlenen zentralen Großgasversorgung das Gas um 30 vH billiger (auf Friedenspreise gerechnet) erhalten könnten als heute, was ein wirtschaftlich außerordentlich zu beachtendes Ergebnis ist. Auf Strecken von mehr als 50 km ist die Ferngasversorgung sogar der Überlandstromversorgung gegenüber in Vorteil. Für gewisse Gegenden käme ein Ersatz des Koksofengases durch Braunkohlen-Schwelgas in Frage.

Das zusammengetragene Material hat bei der Bedeutung dieser Frage für die wirtschaftliche Aufbauarbeit besonderen Wert. Daher ist das Buch sehr zu begrüßen. Bedauerlich ist nur, daß die grundlegenden Rechnungen in zu langatmiger, ausführlicher Form gebracht werden. Eine gedrängtere Fassung der Ergebnisse würde das Buch viel lesenswerter machen, was nur zu wünschen wäre. [E 872] Trenkler.

[1]) Lokomotivversuche in Rußland. Von Prof. G. Lomonossoff. Berlin 1925, VDI-Verlag (im Druck.)

G. Willkomms Technologie der Wirkerei, II. Teil. 3. Aufl. Leipzig 192 Arthur Felix. 374 S. m. 18 lith. Taf. Preis geh. Gm. 33, geb. Gm. 4

Der Verfasser behandelt die gesamte mechanische Wirkerei, d Herstellung der Formen gewirkter Gebrauchsgegenstände, die Maschin hierfür und die Näherei der Wirkwaren. Die rd. 400 vorzüglichen A bildungen sind getrennt vom Text auf 18 lithographierten Tafeln unte gebracht, was das Studium dieses schwierigen Teiles der Fabrikation zweige der Textilindustrie sehr erleichtert. Die vorliegende 3. Aufla ist vom Sohn und Nachfolger des Verfassers, Dr.-Ing. Otto Willkom Limbach, in ebenbürtiger Weise bearbeitet. Daß wie früher auch jet die französischen und englischen Fachausdrücke im Text sowie i alphabetischen Inhaltsverzeichnis angeführt sind, erleichtert das Ei dringen in die fremdsprachliche Literatur außerordentlich. Als n ist das Kapitel über Appretur hinzugetreten, das zwar in seiner Kür der Bedeutung nicht gerecht wird, welche die Zurichtung in der Wirker gewonnen hat, indessen im vorliegenden Rahmen einen hinreichend Ein- und Überblick gewährt, zumal für diesen Teil der Wirkereiindustr noch ein besonderes Werk des Verfassers in Aussicht genommen i [E 842] Ernst Müller.

Kurzes Lehrbuch der Chemie in Natur und Wirtschaft. Von Ca Oppenheimer, nebst einer Einführung in die allgemeine Chem von Prof. Joh. Matula. Leipzig 1923, Georg Thieme. Pr geh. Gm. 25, geb. Gm. 29.

Mit diesem Werk ist die Literatur der Chemie um ein wertvoll Lehr- und Lesebuch erweitert, das sich im Vergleich zu andern Le büchern der Chemie nicht allein mit den chemischen Tatsachen u Reaktionen abfindet, sondern auf das im weiteren Rahmen der einzeln Stoffe Wissenswerte so eingeht, daß die unmittelbar mit der Chem verbundenen Grenzgebiete, soweit sie hier von Belang sind, mit b handelt werden. Neben den dort erklärten Begriffen, Vorgängen u Wandlungen der chemischen Energie ist in stofflich schön geordnet Kapiteln die physikalische Chemie behandelt, wodurch das auch so vorzügliche Werk eine zum Verständnis manchmal unentbehrliche Ei führung und einen für die Vervollständigung des Gesamtbildes wese lichen Beitrag erfahren hat. In den zwei folgenden Teilen sind anorganische und die organische Chemie kurz und treffend bearbeit

Wie die einzelnen hier erörterten Kapitel gut geordnet und a neuere Verfahren und Ergebnisse hin ergänzt sind, so findet man au im letzten Teil über stickstoffhaltige Biokolloide sehr wertvolle neu Angaben über Proteine, Fermente, Antigene und Antikörper. Das We wird sich besonders gut einführen, weil es in leicht lesbarer und ni ermüdender Form bei lebhafter Darstellung ein gutes Gesamtbild ü den Werdegang eines Stoffes in der Natur entwirft. Es ist also ni nur für den angehenden Chemiker, sondern für alle in verwandt Berufszweigen tätigen Berufe, wie Physiker, Landwirte, Ingenieu Ärzte usw. geeignet. [E 853] Dr. Max Sido

Mitteilungen des Chemiker-Fachausschusses der Gesellschaft Deutsc Metallhütten- und Bergleute e. V. Teil 1. Ausgewählte M thoden für Schiedsanalysen und kontradikt risches Arbeiten bei der Untersuchung v Erzen, Metallen und sonstigen Hüttenprodu ten. Berlin 1924, Selbstverlag der Gesellschaft Deutscher Met hütten- und Bergleute e. V. XII und 155 S. 8°. Preis Gm. 8.

An dem Buche haben berufene Fachleute mit ihrem reichen Spez wissen gemeinschaftlich gearbeitet. Es werden darin die Probenah an Erzen und metallischen Rückständen, ferner die chemischen Un suchungsverfahren der Nichteisen-Metalle: Blei, Kupfer, Zinn, Antim Arsen, Aluminium, Edelmetalle und Stahlhärtungsmetalle behandelt. beschriebenen chemischen Untersuchungsverfahren sind allgemein zuverlässig anerkannt; sie sollen auch bei Schiedsuntersuchungen gewendet werden. Seiner Anlage nach ist das Buch besonders Metallaboratorien bestimmt, aber auch der Betriebsingenieur wird du das Buch in die Lage versetzt, sich über die Probeentnahme und c mische Analyse der metallischen Baustoffe bequem und zuverlässig unterrichten. [E 849] R. Hahn

Maschinentechn. Versuchswesen Bd. II: **Maschinenuntersuchungen** u das Verhalten der Maschinen im Betriebe. Von A. Gramber 3. verb. Aufl. Berlin 1924, Julius Springer. 601 S. m. 327 Abb. P Gm. 20.

The Elements of Machine Design. By S. J. Berard and E. O. W ters. New York 1924, D. van Nostrand Company. 323 S. m. 244 A Preis $ 2,50.

Handbuch der Starkstromtechnik. Bd. 1: **Konstruktion und Berechn elektrischer Maschinen und Apparate.** T. II: Asynchron- und Wech strom-Kommutatormotoren. Von Robert Weigel. Vollst. umgea u. erw. von Hugo Loewe. 4. verb. u. erg. Aufl. Leipzig 1924, Ha meister & Thal. S. 290 bis 428, Abb. Nr. 257 bis 419.

Handbuch der Starkstromtechnik. Bd. 1: **Konstruktion und Berechn elektrischer Maschinen und Apparate.** T. III: Schalter, Regler Anlasser. Von Robert Weigel. Vollst. umgearb. u. erw. von H Loewe. 4. verb. u. erg. Aufl. Leipzig 1924, Hachmeister & T S. 429 bis 532, Abb. Nr. 420 bis 588.

Bau großer Elektrizitätswerke. Von G. Klingenberg. 2. verm. verb. Aufl. Berlin 1924, Julius Springer. 608 S. m. 770 Abb. Gm. 45.

Der metallische Werkstoff. Bd. 6: **Grundbegriffe der mechanischen Technologie der Metalle.** Von Georg Sachs. Leipzig 1925, Akademische Verlagsgesellschaft. 319 S. m. 232 Abb. Preis Gm. 9.

Taschenbuch für Berg- und Hüttenleute. Herausgeg. von F. Kögler. Berlin 1924, Wilhelm Ernst und Sohn. 1477 S. m. zahlr. Abb. Preis Gm. 21.

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. **Über die dielektrische Festigkeit.** Von Günther-Schulze. München 1924, J. Kösel und F. Pustet. 142 S.

Kohle—Koks—Teer. Abhandlungen zur Praxis d. Gewinnung, Veredelung u. Verwertung der Brennstoffe. Herausgeg. v. Dr.-Ing. J. Gwosdz. Halle 1924, Wilhelm Knapp. Bd. 1: **Brennstaub.** Aufbereitung u. Verfeuerung. Von A. B. Helbig. 160 S. m. 131 Abb. Preis Gm. 6,50. Bd. 2: **Halbkoks.** Von M. Dolch. 89 S. m. 20 Abb. Preis Gm. 3,50. Bd. 3: **Unterscheidung, Einteilung u. Charakteristik der Mineralkohlen.** Von Ed. Donath. 50 S. Preis Gm. 2,40. Bd. 4: **Braunkohlenschwelöfen.** Von A. Thau. 44 S. m. 32 Abb. Preis Gm. 4,30.

Der spezifische Mahlwiderstand. Von Carl Mittag. Berlin 1925, VDI-Verlag G. m. b. H. 35 S. m. 6 Abb. Preis Gm. 2,80.

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. **Die flüssigen Brennstoffe.** Von Wilhelm Münder. München 1922, J. Kösel und F. Pustet. 145 S. m. versch. Abb.

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. **Die festen Brennstoffe.** Von Dr. H. Winter. München 1922, J. Kösel und F. Pustet. 92 S. m. 12 Abb.

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. **Organisationsformen der deutschen Rohstoffindustrien.** Die Kohle. Von Wendelin Hecht. München 1924, J. Kösel und F. Pustet. 272 S.

Geschichte, Eigenschaften und Fabrikation des Linoleums. Von Hugo Fischer. Leipzig 1924, Arthur Felix. 146 S. m. 62 Abb. u. 7 Taf. Preis geh. Gm. 12, geb. Gm. 14.

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. **Das Glas.** Von Hans Schulz. München 1923, J. Kösel und F. Pustet. 180 S. m. 36 Abb.

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. **Einführung in die Trigonometrie.** Von Adalbert Deckert. München 1922, J. Kösel und F. Pustet. 86 S. m. 50 Zeichn.

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. **Planimetrie.** Von Adalbert Deckert. München 1923, J. Kösel und F. Pustet. 232 S. m. 228 Zeichnungen.

Lehr- und Aufgabenbuch der Algebra. Von Dr. Düsing. Leipzig 1924, Max Jänecke. 187 S. Preis Gm. 3,85.

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. **Algebra.** Von Adalbert Deckert. München 1923, J. Kösel und F. Pustet. 122 S.

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. **Einführung in die Stereometrie.** Von Adalbert Deckert. München 1923, J. Kösel und F. Pustet. 78 S. m. 60 Zeichn.

Die Brikettierkunst. Von C. Linke. Halle a./S. 1923, Wilhelm Knapp. 33 S. Preis 0,90.

Der Sauerstoff. Seine Gewinnung u. seine Anwendung in der Industrie. Von M. Laschin. Halle a./S. 1924, Carl Marhold. 102 S. m. 32 Abb. Preis Gm. 3,60.

Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen, Bd. 14: **Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus.** Von F. Klein. Bd. 1: Arithmetik-Algebra-Analysis. Ausgearb. v. E. Hellinger. Berlin 1924, Julius Springer. 321 S. m. 125 Abb. Preis Gm. 15.

Die Kraftfahrschule in Frage u. Antwort. Von Ing. Heßler. 3. verm. u. verb. Aufl. Berlin-Charlottenburg 1924, C. J. F. Volckmann, Nachf. 257 S. Preis Gm. 3.

Auto-Handbuch. Bau, Handhabung u. Reparaturen des Automobils. Von Reinhold Thebis. 2. verb. Aufl. Berlin-Charlottenburg 1924, C. J. F. Volckmann Nachf. 246 S. m. 77 Abb. Preis Gm. 3.

Licht. Die Aufgaben und die Bedeutung des Lichtes in der Baumwolltextilindustrie. Von Wilhelm Elbers. Braunschweig 1924, Friedr. Vieweg & Sohn, A.-G. 70 S.

De Tekniska Vetenskaperna. Av deining Haskiteknik, Bd. 1: Materialprovning. Stockholm 1924, Albert Bonniers. 181 S. m. 73 Abb. Preis 16 Kr.

Die Wunder der Fernmelde-Technik. Von Albert Neuburger. Leipzig 1924, Hachmeister & Thal. 375 S. m. 376 Abb.

Kilometerzeiger f. d. Betriebslinien d. Ersten Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft. 2. durchges. Aufl. Wien 1924, Erste Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft. 100 S. Preis 15 000 ö. Kr.

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. Kulturtechnische Entwürfe. Von Baurat Heimerle. Heft 1: **Die Röhren-Dränagen.** München 1924, J. Kösel und F. Pustet. 24 S. m. versch. Abb.

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. **Die Auftragsorganisation insbesondere der Klein- und Mittelbetriebe.** Von Arthur Winkel. München 1923, J. Kösel und F. Pustet. 38 S.

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. **Die deutschen Kohlenpreise** seit Beginn des Weltkrieges. Von Paul Krebs. München 1924, J. Kösel und F. Pustet. 84 S. m. 26 Abb.

Zeittafel zur Wirtschaftsgeschichte. Von A. Sartorius von Waltershausen. 2. Aufl. Halberstadt 1924, H. Meyer. 111 S. Preis Gm. 2,80.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Einspritz- und Verbrennungsvorgänge in kompressorlosen Dieselmotoren.

Zu dem in Z. Heft 40 vom 4. Oktober 1924 veröffentlichten Vortrag des Herrn Dr.-Ing. V. Heidelberg gestatte ich mir folgende Bemerkungen:

50 PS-Versuchsmotor. Die Deutzer Versuche bezüglich des Verbrennungsraumes bestätigen die bekannte Tatsache, daß die halbkugelige Form die beste Verbrennung gibt. Trotzdem hat sich der halbkugelig ausgenommene Boden bei ungekühlten Kolben nicht durchgesetzt, weil seine wärmeaufnehmende Oberfläche fast doppelt so groß ist wie die des ebenen Bodens. Ein 50 PS-Einzylinder-Dieselmotor mit Luftzerstäubung erreicht bei Vollast einen Verbrauch von 185 g/PS_eh Der kompressorlose Motor mit Hochdruck-Strahleinspritzung vermeidet alle Verluste, welche durch die Luftpumpe entstehen. Sie entsprechen einem Brennstoffmehrverbrauch von etwa 20 g/PS_eh. Der kompressorlose Motor muß deshalb bei gleichem theoretischem thermischem Wirkungsgrad einen Verbrauch von 165 g/PS_eh erreichen, wenn die Verbrennung ebenso gut wie im Dieselmotor ist.

Arbeitet der zum Vergleich herangezogene Gleichdruck-Dieselmotor mit 33 at Verbrennungsdruck, so erreicht der Verpuffungsmotor den gleichen theoretischen Wirkungsgrad bei etwa 35 at Höchstdruck des wirklichen Diagrammes. Das Diagramm 5 mit $p_z = 71$ at und 168 g/PS_eh sowie das Diagramm 10 mit $p_z = 42$ at und 176 g/PS_eh, dessen Verbrauchzahl übrigens mit jenen der Verbrauchskurven nicht übereinstimmt, scheiden deshalb aus dem Vergleich aus.

Die in den Diagrammen 2 bis 5 angegebenen mechanischen Wirkungsgrade steigen mit dem Druck. Das ist unrichtig. Das Diagramm 2 müßte den besseren, 5 den schlechteren Wirkungsgrad haben. Bei Diagramm 4 ist $p_c = 27$, nicht 50 at. Für 35 at Höchstdruck und 50 PS Leistung gibt Abb. 19, Verpuffungsverfahren, einen Verbrauch von 187 g/PS_eh und Abb. 20, Gleichdruckverfahren, einen solchen von 207 g PS_eh für den kompressorlosen Motor an. Im Verpuffungsverfahren wurde also der Verbrauch des normalen Dieselmotors erreicht. Das bedeutet, daß die Bennstoffmenge von 20 g/PS_eh, welche beim Dieselmotor die Verluste durch die Luftpumpe deckt, beim kompressorlosen Motor durch schlechte Verbrennung verloren geht.

Im Gleichdruckverfahren wurde trotz des besseren Verbrennungsraumes und trotz der Verringerung des Volldruckverhältnisses durch Fortfall der Luftpumpenarbeit ein um 15 vH schlechterer Verbrauch als beim normalen Dieselmotor erzielt. Erst bei ²/₅ Belastung wurde der Verbrauch des Dieselmotors um wenige Gramm unterboten. Abb. 19, Verpuffungsverfahren, gibt 238 g/PS_eh und Abb. 20, Gleichdruckverfahren, 236 g/PS_eh an. Die veröffentlichten geringeren Verbrauchziffern wurden also durch höhere Verdichtungs- und Verbrennungsdrücke, aber nicht durch die kompressorlose Betriebsweise erzielt.

Wärmetheoretischer Vergleich. Wie aus „Güldner" III S. 552 und „Ölmotor" 1912 S. 387 bis 390 ersichtlich, hat der zum Vergleich herangezogene Augsburger Motor, Type 1910, noch eine zweizylindrige mittels Schwinge angetriebene Luftpumpe. Ihre indizierte Arbeit ist, besonders bei geringen Belastungen, abnormal hoch. Die Werte $p_a = 0{,}87$ at und $T_a = 325^\circ$ sind unwahrscheinlich niedrig. Gewöhnlich ist $p_a \gtrless 0{,}95$ at. $T_a = 325^\circ$ ist bei Leerlauf und ¼ Belastung noch denkbar, bei Vollast aber unmöglich, weil die Ladung durch den Rest der Abgase bereits auf eine höhere Temperatur gebracht wird. Da die theoretischen Diagramme beider Maschinen mit $p_a = 0{,}87$ at und $T_a = 325^0$ berechnet wurden, ist der Vergleichsfehler gering. Absolut werden aber dadurch die Drücke und Temperaturen des theoretischen Diagrammes zu klein. Sie fallen beinahe mit denen des wirklichen Diagrammes zusammen, zumal die indizierten Diagramme des kompressorlosen Motors zu groß sind, wie nachfolgende Vergleichrechnung zeigt.

In der folgenden Zahlentafel 1 ist der mechanische Wirkungsgrad sowie die Luftpumpenarbeit des Augsburger Motors eingetragen und seine Leerlaufarbeit ohne Luftpumpe berechnet. Sp. 5 zeigt, daß am kompressorlosen Motor eine zu große Leerlaufarbeit ermittelt wurde. Sie kann für 1 PS Normalleistung nicht größer als die Leerlaufarbeit des Augsburger Motors ohne Luftpumpe sein. Die so berechnete Leerlaufarbeit des kompressorlosen Motors wurde in Sp. 6 eingetragen und Sp. 7 bis 9 berechnet. In Sp. 10 wurde $\eta_t = 58{,}2$ des Deutzer Motors bei Vollast mit $\eta_t = 61{,}0$ richtiggestellt, und in Sp. 11 und 12 wurden η_i und η_g berechnet. In Sp. 13 und 14 wurden die auf den theoretischen thermischen Wirkungsgrad des Augsburger Motors umgerechneten Verbrauchzahlen zusammengestellt.

Die Gütegrade $\eta_g = 93{,}5$ und 92,5 sind nicht möglich, da aus dem Unterschied zwischen dem theoretischen und dem wirklichen Diagramm die Verluste durch Kühlwasser und mangelhafte Verbrennung bestritten werden müssen. Die vorstehend berechneten Gütegrade zeigen ebenso wie der Brennstoffverbrauch die Überlegenheit des kompressorlosen Motors bei ¼ Belastung. Bei Vollast dagegen ist der Gütegrad kleiner und der indizierte Verbrauch größer als beim Dieselmotor. Für 1 PS_eh ist der Verbrauch des kompressorlosen Motors bei Vollast nur um 4,6 g besser. Es geht also auch hier ein Teil des Brennstoffes, welchen der kompressorlose Motor sparen sollte, durch mangelhafte Verbrennung verloren. Die Vollkommenheit der Verbrennung wird am besten durch die Reinheit des Auspuffs bewiesen. Leider wurden hierüber keine Angaben gemacht.

Zahlentafel 1.
Vergleich unter Voraussetzung gleicher mechanischer und theoretischer thermischer Wirkungsgrade.

Nr.			Normaler Vierzylinder-Dieselmotor, 325 PS, Augsburg			Kompressorloser Vierzylinder-Dieselmotor, 360 PS, Deutz		
1	Nutzleistung N_e	PS	0	81	316	0	91	332
2	Mechan. Wirkungsgrad η_m	vH	0	50,6	77,1	0	48,8	78,7
3	Leerlaufarbeit einschl. Luftpumpe N_l	PS	75,6	79,1	94,0	—	—	—
4	Indizierte Luftpumpenarbeit	„	20,7	25,0	28,7	—	—	—
5	Leerlaufarbeit ohne Luftpumpe N_l'	„	54,9	54,1	65,3	—	95,5	90,0
6	Leerlaufarbeit des Deutzer Motors bei gleichem N_l' für 1 PS	„	—	—	—	57,5	56,8	68,5
7	Indizierte Gesamtleistung N_i	„	75,6	160,1	410	57,5	147,8	400,5
8	Brennstoffverbr. für 1 PS_eh	g	∞	282,7	180,6	∞	221	165
9	„ für 1 PS_ih	„	175	143	139,5	—	137	136,5
10	Theoretischer thermischer Wirkungsgrad η_t	vH	65,8	63,6	57,0	63,0	62,8	61,0
11	Indizierter Wirkungsgrad η_i	„	36,2	44,1	45,3	—	46,0	46,2
12	Gütegrad der Diagramme η_g	„	55,0	69,4	79,5	—	73,2	75,4
13	Brennstoffverbrauch bezogen auf den theor. therm. Wirkungsgrad des Augsburger Motors – für 1 PS_eh	g	∞	282,7	180,6	∞	219	176
14	Brennstoffverbrauch bezogen auf den theor. therm. Wirkungsgrad des Augsburger Motors – für 1 PS_ih	„	175	143	139,5	—	135	146

Zahlentafel 2. Brennstoffverbrauch eines 320 PS-Dieselmotors ($D = 390$ mm, $s = 550$ mm, $n = 215$ Uml./min) neuerer Bauart mit Kompressor. Bremse: Pronyscher Zaum.

Belastung	1/4	1/2	3/4	1/1	1 1/4
Verbrauch g PS_eh	262	204	183	170	164

Um noch zu zeigen, wie wenig sich die alte Augsburger Dieselmotortype für einen Vergleich eignet, habe ich in Zahlentafel 2 die auf dem Prüfstand der Leobersdorfer Maschinenfabrik an einem noch nicht eingelaufenen 320 PS-Vierzylinder-Dieselmotor erzielten Verbrauchzahlen (bez. auf 10 000 kcal) angegeben. Der Auspuff war bei allen angegebenen Belastungen vollständig rein.

Max Lindemann.

Erwiderung.

Praktische Temperaturmessungen haben gezeigt, daß sich halbkugelig geformte Kolbenböden, trotz der größeren wärmeaufnehmenden Fläche besser verhalten als flache Böden, vergl. Z. Bd. 66 (1921) S. 923, „Temperaturmessungen am Kolben von Ölmaschinen". Da bei unmittelbarer Einspritzung die Punktbeheizung des Kolbens durch die Stichflamme der Lufteinspritz-Dieselmaschine fortfällt, erklärt es sich, daß trotz sehr hoher Belastung bei keiner der vielen jetzt laufenden Maschinen Wärmerisse oder Neigung dazu beobachtet wurden.

Bei der Wiedergabe der Diagramme ist insoweit ein Fehler unterlaufen, als Diagramm 3, das dem Verpuffungsverfahren entspricht, falsch beschriftet wurde, und es anstatt $p_c = 50$ at, $p_z = 50$ at heißen muß: $p_c = 22$ at, $p_z = 50$ at.

Zahlentafel 3.

Versuchsleiter	Tag der Versuche	Belastungsgrad	Effektleistung PS_eh N_e	Uml.-min n	Verdichtungsenddruck p_e	Höchster Diagrammdruck p_{max}	Verbrauch für 1 PS_eh g PS_eh	Verbrauch für 1 PS_ih g/PS_ih
Prof. W. Meier, T. H. Stuttgart	30./31. Dez. 1923	1/1 + 40 vH	493	239,8	25	42	188	160
		1/1	380	251,5	25	40	168	135
		1/2	185	254,7	25	38	175	115
Dipl.-Ing. de Wit, T. H. Aachen	8./9. Juli 1924	1/1	283	214,5	26	40	171	146
		1/2	161	219	26	38	173	126
Prof. K. Neumann, T. H. Hannover	11. Okt. 1924	1/1	202	295	28	—	173	—
		1/2	99.3	298	28	40	174	—
Prof. Baer, T. H. Breslau	4. Nov. 1924	1/1 + 34 vH	386	264	26	44	193,5	173,6
		1/1 + 10 vH	301,8	280,7	26	40	170,1	141,10
		3/4	231,3	272,2	26	40	168,5	130,7
		1/2	142,7	273,5	26	38	174,4	126

Die abgebildeten Diagramme sind nur einige Beispiele aus einer Reihe von Diagrammen, die im Verlauf der Untersuchung gewonnen wurden, und sind mit den Werten der Untersuchungsreihen nicht unbedingt in Zusammenhang zu bringen. Der mechanische Wirkungsgrad läßt sich zuverlässig nur sehr schwer messen, zumal wenn die Maschine wie bei den Versuchen auf das Werknetz arbeitet und die Belastung durch Ablesen von Volt- und Ampèremetern mit 20 A-Teilung erfolgt. Um genaue mechanische Wirkungsgrade zu erhalten, müßte man fortlaufend Diagramme nehmen und gleichzeitig die Belastung fortlaufend aufschreiben. Ich halte die Bestimmung des mechanischen Wirkungsgrades vor allem bei einer alten eingelaufenen Maschine für ziemlich unwesentlich. Bei den Versuchen wurde er nur der Vollständigkeit halber dadurch bestimmt, daß beim Indizieren die Augenblickleistung abgelesen wurde. Der Unsicherheit dieser Methode bewußt, habe ich darauf verzichtet den mechanischen Wirkungsgrad graphisch zu verwerten.

Die von Herrn L. aufgestellte Vergleichsrechnung zwischen den Betriebsergebnissen einer guten Luft-Dieselmaschine und den in Abb. 1[6] bis 20 dargestellten der kompressorlosen Versuchsmaschine scheinen mi[r] nicht recht stichhaltig, weil, wie aus dem Text ersichtlich, die Versuchsreihe nicht mit dem besten Verbrennungsraum durchgeführt wurde, da mit diesem die beabsichtigte hohe Kompression nicht zu erreichen war sondern mit ebenem Kolbenboden. Meine Arbeit bezweckt, die Abhängigkeit der einzelnen Betriebsfaktoren voneinander und die dabe[i] beobachtete Gesetzmäßigkeit klarzulegen, Rekordziffern sollten die Versuche nicht geben. Deshalb sind die Werte nicht absolut, sondern i[n] erster Linie im Vergleich zueinander zu werten.

Nur um zu zeigen, welche Ergebnisse die auf Grund der Versuche gebaute Deutzer Serienmaschine aufweist, habe ich am Ende meiner Arbeit die Vergleichsrechnung von Professor Maier veröffentlicht, doch auch diese nur auszugsweise. Es ist begreiflich, daß dieser Vergleich nur mit einer älteren Maschine durchgeführt werden konnte, deren Betriebsbedingungen aus Veröffentlichungen bekannt sind; stehen doch bei der bedauerlichen Zurückhaltung einzelner Werke neuere von unbeteiligter Seite bestätigte Betriebsergebnisse allgemein nicht zur Verfügung. Ein Vergleich mit einer Maschine einer andern Baufirma ist immer mit einer gewissen Unsicherheit behaftet, zumal die Werkstättenausführung der Vergleichsmaschinen verschieden ist. Zur Stärkung de[r] Ansicht, daß verbrennungstechnisch die luftlose Einspritzung der m[it] Luft überlegen ist, wurde eine kompressorlose Serienmaschine mit ein[er] seit Jahren gebauten fast gleich bemessenen Normaldieselmaschine i[n] Deutz verglichen, indem die Einspritzluft nach Ausbau des Kompresso[r]kolbens durch eine andre unabhängig laufende Dieselmaschine erzeug[t] wurde. Die Betriebsergebnisse zeigt Abb. 1.

Abb. 1. Betriebsergebnisse von Dieselmaschinen.

Eine Zusammenstellung von Messungen an VM-Motoren zeigt Zahlentafel 3. In dieser sind auch die den Diagrammen entnommenen Zünd- und Verdichtungsdrücke eingetragen, da infolge Druckfehlers im Heft [...] Zahlentafel 1 anstatt p_z der Buchstabe p_c steht, die eingetragenen Wer[te] sich jedoch auf die Zünddrücke beziehen. Hierdurch ist die irrige Me[i]nung entstanden, als wenn der neue Deutz-Motor anstatt mit 25 mit 40 [at] Verdichtung ausgeführt wird. Wenn bei den beschriebenen Versuche[n] in dem behelfsmäßig umgebauten Dieselmotor die Verdichtungsdrüc[ke] bis 50 at gesteigert wurden, so geschah das allein deshalb, um die A[b]hängigkeit hoher Verdichtungsdrücke vom Brennstoffverbrauch zu e[r]halten.

Besonders wichtig scheint mir der Umstand, daß man die kompressorlosen Maschinen bis zu 40 vH über Normalleistung viele Stunde[n] lang belasten kann, ohne daß sich der Auspuff schwärzlich färbt; d[as] entspricht einem mittleren Kolbendruck von $p_e = 7{,}8$ at, den man mein[es] Wissens bei Luft-Dieselmaschinen noch nicht erreicht hat. Dieser U[m]stand scheint besonders geeignet, einen Rückschluß auf die Güte d[er] Verbrennung zuzulassen.

Wollte man jedoch den Streit um den besten Verbrauch bei Vo[ll]last als müßig ansehen, so bleiben für die kompressorlose Maschi[ne] immer noch als Vorteile der weitaus niedrigere Verbrauch bei Leerla[uf] bis ¾ Last, die große Überlastbarkeit, die geringe Wärmebelastung d[es] Kolbens sowie die Möglichkeit starker Heruntersetzung der Drehzahl b[is] 50 Uml./min bestehen. Alles dies erreicht die Maschine bei einfacher[em] Aufbau, da der Kompressor, die dafür notwendigen Leitungen, Lu[ft]kühler und Luftgefäße fortfallen und sich das Einregeln der Einblas[e]luft bei verschiedenen Belastungen erübrigt. [D 857]

Dr. Heidelberg.

Schluß des Textteiles.

Für die Schriftleitung verantwortlich: C. Matschoß, in Vertr. K. Meyer, Berlin NW 7, Sommerstr. 4a. — VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. 7

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilung der AEG

Eine Neuerung in der Hammerschmiede.

Das elektrische Stumpfschweißverfahren nach der Abschmelzmethode ist berufen, umwälzend in die größten Hammerschmieden einzugreifen. Bisher vertrat man den Standpunkt, daß Konstruktionen, bei denen Schweißverbindungen vorhanden sind, niemals so vollwertig sein könnten wie Teile, die aus einem Stück geschmiedet bzw. herausgearbeitet sind. Bei dem altbekannten Stumpfschweißverfahren nach Elliuth Thompson war auch eine gewisse Vorsicht geboten. Man hat dieses daher zu verbessern gesucht, was durch das sogenannte Abschmelzschweißverfahren auch glänzend gelungen ist. Dieses Abschmelzverfahren hat mit dem ursprünglichen Stumpfschweißverfahren so gut wie nichts mehr gemein. Während bei dem alten Verfahren die elektrische Energie an der Verbindungsstelle des Schweißgutes infolge des Übergangswiderstandes und des inneren Widerstandes der Schweißstücke in Wärme umgesetzt wurde, geschieht diese Umwandlung bei dem Abschmelzverfahren durch einen außerordentlich kleinen Wechselstromlichtbogen, der die Eigenschaft besitzt, sich ganz gleichmäßig auf den Schweißquerschnitt zu verteilen, und der dementsprechend auch bei komplizierten Querschnitten sehr gleichmäßige Schweißtemperaturen auf die Flächeneinheit erzeugt. Der kleine Wechselstromlichtbogen wird durch leichtes Berühren und Wiederauseinanderreißen der Schweißquerschnitte so lange aufrecht erhalten, bis er den ganzen Schweißquerschnitt gleichmäßig erhitzt hat. In diesem Moment erfolgt Stromausschaltung unter gleichzeitiger schlagartiger Gegeneinanderstauchung der Schweißstücke, so daß die Verbindung unter Herausquetschung jeden flüssigen Materials einwandfrei erfolgt. Das Abschmelzverfahren erfordert eine etwas höhere Sekundärspannung als das normale Stumpfschweißverfahren; die Spannung bewegt sich zwischen 3 und 10 V, je nach Größe des Schweißquerschnittes. Während bei Stumpfschweißungen nach dem alten Stumpfschweißverfahren, insbesondere bei größeren Querschnitten, mit Lunkergefahr zu rechnen war, haben Versuche gezeigt, daß nach dem Abschmelzschweißverfahren geschweißte Querschnitte, selbst größter Abmessungen, vollständig einwandfrei sind, wie dies die Ätzung eines Schweißquerschnittes (Bild 1) bestätigt. Auch in bezug auf Zerreiß-, Biege- und Schlagfestigkeit liefert das elektrische Abschmelzschweißverfahren einwandfreie Resultate. So veranschaulicht Bild 2 einen Zerreißstab, bei dem sofort auffällt, daß die markierte Schweißnaht höhere Festigkeitseigenschaften hat als das ursprüngliche Material, da die Einschnürung des Stabes von der Schweißstelle rechts und links weit entfernt und der Bruch schließlich im gesunden Material erfolgt ist (vgl. Glasers Annalen Band 94 vom 16. April 1924).

Bild 1
Ätzung einer nach dem Abschmelzverfahren ausgeführten Stumpfschweißung.

Bild 2
Zerreißstab eines nach dem Abschmelzverfahren stumpf geschweißten Rundeisens.

Bestärkt durch diese Versuche hat die AEG größte Stumpfschweißmaschinentypen entwickelt, wie eine solche Bild 3 zeigt. Die abgebildete Maschine wurde für eine Leistung von 200 kVA ausgelegt, sie schweißt im Dauerbetrieb Querschnitte von 7500 mm², und gestattet, als Höchstleistung 10 000 mm² Eisenquerschnitte in offenen Längen nach dem Abschmelzverfahren zu verbinden. Die Schweißung eines Querschnittes von 10 000 mm² erfordert hierbei nur eine Schweißzeit von etwa 8 Minuten bei 150 kW Stromaufnahme. Die Einspannung der Schweißgüter erfolgt motorisch, die Stauchung geschieht bei kleinen Querschnitten bis 7500 mm² mittels Handsternes und Spindelübersetzung, bei Querschnitten über 7500 mm² hydraulisch.

Bild 3
Stumpfschweißmaschine, 200 kVA, max. Schweißquerschnitt 10000 mm².

Die nächstgrößere Type ist für eine Leistung von 400 kVA ausgelegt und ist bestimmt zum Schweißen von Querschnitten bis 25 000 mm² in offenen Längen.

Derartig große Maschinen geben dem Konstrukteur ein weiteres Hilfsmittel in die Hand, komplizierte Schmiedeteile in billige Einzelteile zu zerlegen und sie dann mittels des Abschmelzverfahrens untereinander zu verbinden, wobei bemerkt sei, daß es mittels der Abschmelzschweißung gelingt, auch die hochwertigen Stähle zu verschweißen. Der Konstrukteur hat lediglich bei dem Entwurf der Maschinenelemente darauf zu achten, daß an der Verbindungsstelle die Schweißgüter gleichen Querschnitt besitzen. So wird man beispielsweise Kurbelwellen, Pleuelstangen u. dgl. unter Verwendung der in Bild 3 gezeigten Maschine in Zukunft nach Bild 4 herstellen.

Ansätze a = etwa 20 mm

Bild 4
Sachgemäße Zerlegung von komplizierten Schmiedestücken in Einzelteile zum Schweißen.

Zeitgemäße Betonverarbeitungs-Einrichtungen beim Bau von Großwasserkraftanlagen

(*Mitgeteilt von Grün & Bilfinger A.-G., Mannheim*)

Zu den fesselnden Aufgaben, die der Ausbau der Großwasserkräfte dem Bauingenieur stellt, gehört die rasche und billige Bewältigung großer Betonmassen. Unsere Bilder zeigen einen Weg, den hierfür die Grün & Bilfinger A.-G., Mannheim, beim Bau eines Loses der Mittleren Isar bei Aufkirchen erfolgreich eingeschlagen hat.

Viele Kraftkanäle sind tief in durchlässigen Boden eingeschnitten, oder in hohen Dämmen über Niederungen wegzuführen. Für die Abdichtung des Bettes solcher Kanäle, bestehend aus einer Betonschicht von etwa 20 cm, hat Grün & Bilfinger A.-G. eine besondere Betoniereinrichtung ersonnen und verwendet, die im linken Bilde dargestellt ist. Das Mischen, Aufbringen auf die Böschungen, Abgleichen und Verdichten des Betons geschieht von einem Wagen aus, der längs der Böschung fahrbar ist. Der Beton wird mittels eines parallel zur Böschungsneigung geführten Trichters in Streifen von bestimmter Breite und Dicke von unten nach oben auf der Kanalböschung unter einem gewissen Druck aufgestrichen. Hinter dem Trichter wird zur weiteren Verdichtung des Betons noch eine Walze nachgeführt. Die Vorrichtung ist der Firma Grün & Bilfinger A.-G. patentamtlich geschützt und hat sich zur raschen und einwandfreien Herstellung der Betonschale vorzüglich bewährt.

Der Bau des Krafthauses in Aufkirchen (Mittlere Isar) erforderte 48 000 m³ Beton und Eisenbeton, der innerhalb eines Höhenunterschiedes von 40 m zwischen Sohle und Dach einzubringen war. In Anbetracht dieser gewaltigen Betonmassen im Krafthausunterbau griff man zur Verwendung von Gießtürmen. Das rechte Bild zeigt dieselben beim Betonieren der im unteren Teil des Krafthauses gelegenen Turbinenschläuche. Jeder Turm hat eine Höhe von 34 m. Für die Betonierung der Krafthaushochbauten diente der fahrbare Turmdrehkran von etwa 25 m Höhe und 12 m Ausladung, der außerdem die Aufgabe hatte, das für die Schalung usw. erforderliche Hilfsgerät rasch und einfach beizubringen.

Ähnliche Betonmassen wie im besprochenen Beispiel bewältigt die Firma Grün & Bilfinger A.-G., zur Zeit beim Bau der Schleppzugschleuse Hüntel bei Meppen im Zuge des Dortmund-Emskanals, ferner in Gemeinschaft mit anderen Baufirmen beim Ausbau der Kachletstufe (Donau bei Passau) und beim Bau von Schleuse und Krafthaus „Schwabenheimerhof" unterhalb Heidelberg am neuen Neckarkanal.

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilung der AEG

Dampfdruckregelung in Brikettfabriken.

Bestehende Dampfanlage. In Brikettfabriken wird der erzeugte Dampf benutzt, um die Brikettpressen zu betreiben und in Gegendruckturbinen die für den Werkbetrieb erforderliche elektrische Leistung zu gewinnen. Der Abdampf von Pressen und Gegendruckturbinen wird zur Trocknung ausgenutzt. Die Verhältnisse liegen wärmewirtschaftlich meist so günstig, daß bei den üblichen Kesseldrucken von 12 bis 15 atü bei der Lieferung des Trockendampfes im Durchschnitt gerade die erforderliche Werkleistung erzeugt wird. Trotzdem tritt während des Betriebes mangelnde Übereinstimmung zwischen Abdampflieferung und Wärmeverbrauch auf. Die sehr nachteiligen Wirkungen auf den Trockenprozeß sind bisher wenig beachtet worden.

Der Bedarf an Trockendampf bleibt bei gleich feuchter Rohkohle unverändert, da immer der gleiche Feuchtigkeitsgehalt nach der Trocknung für die Brikettierung erforderlich ist. Die Abdampflieferung hängt dagegen von der Belastung ab, die bei dem unregelmäßigen Tagbaubetrieb Schwankungen aufweist. Außer den Schwankungen im regelrechten Betrieb sind Kurzschlüsse besonders häufig; bei Betriebspausen geht die Belastung auf längere Zeit zurück. Zu diesen Zeiten ist man gewohnt, den fehlenden Dampf durch ein von Hand bedientes Absperrventil zuzusetzen, während man während der übrigen Betriebzeit mangelnder Übereinstimmung zwischen Dampflieferung und Dampfbedarf wenig Aufmerksamkeit schenkt.

Dampfdruck und Trockenleistung. Je nach der Belastung der Gegendruckturbinen und entsprechend der Dampflieferung regelt sich der Betrieb selbsttätig dadurch, daß sich ein veränderlicher Trockendruck einstellt. Bei steigender Dampflieferung sind die Trockenapparate imstande, größere Dampfmengen aufzunehmen, indem bei erhöhtem Beheizungsdruck der Wärmedurchgang steigt; umgekehrt sinkt der Wärmedurchgang bei vermindertem Beheizungsdruck. Damit verändert sich aber in unerwünschter Weise die Trockenleistung. Um bei einer Rohkohle von bestimmter Feuchtigkeit die zur Brikettierung notwendige Trocknung zu erreichen, ist eine ganz bestimmte Dampfmenge erforderlich, die der Trockenapparat bei einem bestimmten Dampfdruck aufnimmt. Bei sinkender Wärmeaufnahme unter vermindertem Heizdruck wird die Kohle mangelhaft getrocknet, und man erhält ein minderwertiges Enderzeugnis. Bei zu hohem Dampfdruck wird die Kohle ohne Nutzen zu stark getrocknet. Die Dampfmengen, die von den Trockenapparaten über das notwendige Maß hinaus aufgenommen werden, sind also genau so verloren, wie wenn der Abdampf der Gegendruckmaschinen direkt ins Freie entweichen würde.

Versteckter Auspuff. Betriebsleute haben ein Vorurteil dagegen, Sicherheitsventile blasen zu sehen. Bei den vorliegenden Verhältnissen entstehen aber in Wirklichkeit auf unsichtbare Weise wesentlich größere Verluste, als wenn überschüssiger Abdampf unmittelbar auspuffen würde. Es sei z. B. für die richtige Trockenleistung ein Druck von 2,5 atü erforderlich, bei dem die notwendige Dampfmenge von den Trockenapparaten aufgenommen wird. Die Gegendruckmaschinen geben diese Dampfmenge bei einer bestimmten Belastung her. Bei steigender Belastung entstehe ein Dampfüberschuß von z. B. 5 vH. Läßt man diese Dampfmenge abblasen, so entsteht kein weiterer Verlust. Falls man aber statt dessen eine Erhöhung des Gegendrucks für Turbinen und Pressenantriebe, z. B. auf 3 atü zuläßt, so können die Maschinen die gleiche Kraftleistung erst bei Verbrauch einer um etwa 10 vH höheren Dampfmenge hergeben. Statt eines Überschusses von 5 vH entsteht ein solcher von 15 vH, der durch die Trockenapparate bei der Druckerhöhung von 2,5 auf 3 atü unsichtbar verloren geht. Noch ungünstiger liegen die Verhältnisse in Fällen, in denen ständig durch ein handbedientes Ventil eine gewisse unveränderliche Frischdampfmenge zugesetzt wird. Eine unwirtschaftliche Drucksteigerung tritt dann auch zu den Zeiten auf, wo durch Verminderung der Zusatzmenge eine verlustlose Anpassung an die veränderliche Abdampflieferung erfolgen könnte.

Gesteuerte Dampfdruckregler. Die Regelung der Zusatzdampfmenge durch einen selbsttätigen Dampfdruckregler unter Konstanthaltung des Trockendruckes beseitigt diese Übelstände. Bei konstantem Trockendruck ist die Wärmeaufnahme der Trockenapparate, damit auch die Trockenleistung und der Feuchtigkeitsgehalt am Ende der Trocknung unverändert, so daß die Brikettierung immer unter den vorgeschriebenen Verhältnissen arbeiten kann. Ändert sich der Feuchtigkeitsgehalt der Rohkohle, so muß ein anderer Regeldruck eingestellt werden, der wiederum automatisch konstant gehalten wird. Außer den fabrikatorischen Vorteilen bringt eine Dampfdruckregelung bedeutende Wärmeersparnisse durch Fortfall der erwähnten Verluste.

Die selbsttätige Druckregelung ist bisher nicht angewendet worden, da die handelsüblichen Reduzierventile, die mit unzulänglichen Mitteln konstruiert sind, unzuverlässig arbeiten und bei einem Versagen noch größere Mißstände verursachen würden als der veränderliche Trockendruck.

Die für Turbinensteuerungen entwickelten Regeleinrichtungen sind hingegen durch große Betriebsicherheit und Genauigkeit bekannt. Die AEG hat neuerdings unter Anwendung der Bestandteile der Turbinenregelungen, nämlich Druckölanlage, Membranregler und Servomotor, gesteuerte Dampfdruckregler ausgebildet (s. Bild), die ebenso genau und zuverlässig arbeiten wie eine Maschinensteuerung. Die Ventile werden so groß gebaut, daß der ganze Trockendampfbedarf einer Brikettfabrik durch ein einziges Ventil geliefert werden kann. Zwischen dieser Dampfmenge, die das Ventil bei voller Öffnung hergibt und kleinster Dampflieferung bei geringem Zusatz regelt die Steuerung mit einer Genauigkeit von weniger als 0,1 at. Die Anpassung der Zusatzmenge unter Konstanthaltung des Druckes erfolgt also nicht nur bei kleineren Schwankungen, sondern auch bei Kurzschlüssen und Betriebspausen. Die Einstellung des Regeldruckes nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Rohkohle erfolgt durch Handrad (s. Bild), wobei der Druckanzeiger auf Grund von Betriebserfahrungen unmittelbar nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Rohkohle geeicht werden kann.

Gesteuerter Dampfdruckregler der AEG.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

LHL (Linke-Hofmann-Lauchhammer)-Mitteilungen

(Wiederholung)

Präzisions-Fahrtregler für Dampf-Fördermaschinen.

Die Notwendigkeit einer Sicherheitsvorrichtung für Fördermaschinen ist bedingt durch das Steuern dieser Maschinen von Hand, denn selbst der geschickteste Maschinist bietet keine Gewähr für die Verhütung eines Unglücksfalles, geschweige denn für einen sparsamen Betrieb.

Der Zweck einer Sicherheitsvorrichtung war ursprünglich, das Stauchen und das Zuhochfahren der Förderkörbe unmöglich zu machen und dadurch Verluste an Menschenleben, Material usw. zu verhüten. Man versuchte dieses durch die sogenannten auslösenden Apparate (Römer, Baumann usw.) zu erreichen, die aber durch ihre ruckartige Wirkung in Gefahrfällen die Maschinenanlage und die fahrende Mannschaft außerordentlich gefährdeten. Dementsprechend mußte bei einem tüchtigen Maschinenwärter das Eingreifen dieser Apparate zu den Seltenheiten gehören. Die moderne Sicherheitsvorrichtung „System LHL Jversen" verbindet nun durch ihre den Maschinengang regelnde Wirkungsweise den ursprünglichen Sicherheitszweck mit beträchtlichen wirtschaftlichen Vorteilen: sie steuert die Maschine während jeder Fahrt selbsttätig so gut, wie es selbst dem tüchtigsten Wärter, sei es auch nur für kurze Zeit, nicht möglich ist, und vermindert dadurch den Dampfverbrauch derart, daß durch die großen Dampfersparnisse die Anschaffungskosten für den Präzisions-Fahrtregler in kürzester Zeit gedeckt werden.

14666

Abb. 1.

In Abb. 1 ist ein solcher Präzisions-Fahrtregler dargestellt. — Die Regelung erfolgt bei diesem Apparat nicht durch Fliehkraftregler, welche sich als nicht zuverlässig erwiesen haben, sondern durch einen hydraulischen Geschwindigkeitsregler, welcher durch Drucköl bewegt wird. Das Öl wird durch eine vom Apparat getrennt aufgestellte, ventillose Rundlaufpumpe, welche gewöhnlich von der Steuerwelle der Fördermaschine angetrieben wird, in einem Kreislauf gefördert, wobei der mit der Fördergeschwindigkeit wechselnde Öldruck für die Regelungszwecke ausgenutzt wird. Dieses sogenannte „hydraulische Regelungssystem" hat sich seit Jahren dauernd gut bewährt und nie versagt und gilt als das einzige System, welches für Fördermaschinen geeignet ist und wirklich zuverlässig arbeitet. Hierbei ist das Ergebnis langjähriger Beobachtungen besonders hervorzuheben, daß Beeinträchtigungen der Zuverlässigkeit des Reglers durch Temperaturschwankungen, Ölverluste, Verschmutzen des Öles, Lufteinmischung und dergl. bei dieser Bauart vollständig ausgeschlossen sind.

Zwischen dem Geschwindigkeitsregler und den Kraftorganen (Steuerung der Maschine und Bremse) ist ein mittels Dampfdruck betätigter Servomotor eingeschaltet. Der Geschwindigkeitsregler hat nur den kleinen, entlasteten Steuerschieber des Servomotors zu verstellen, dessen Dampfkolben wiederum die Steuerung der Maschine und die Bremse betätigt. Durch die Anordnung (D.R.P.) ist stets die gleich große Kraft zur Betätigung der Kraftorgane vorhanden, was besonders an der Hängebank sehr wichtig ist, wo Fliehkraftregler infolge der kleinen Geschwindigkeit nur sehr geringe Verstellkraft haben und daher oft versagen. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit wird durch einen Drosselschieber bestimmt, welcher beim Auslauf der Maschine noch durch besondere Retardierkurven betätigt wird.

Der Präzisions-Fahrtregler überwacht und ergänzt die Tätigkeit des Wärters, verhindert an der Hängebank das verkehrte Auslegen des Steuerhebels, regelt während der Fahrt den Dampfverbrauch und die Geschwindigkeit zunächst durch Verstellen des Steuerhebels entsprechend dem Kraftverbrauch bis zur Gegendampfstellung, und dann in schweren Fällen durch Anziehen der regelbaren Bremse. Als Sicherheitsapparat ist es seine Aufgabe, wenn der Wärter versagen sollte, die Maschine bei jeder Belastung nach vorgeschriebenem Geschwindigkeitsdiagramm selbsttätig bis zum stoßfreien Anhalten an der Hängebank zu fahren. Die Wirkungsweise des Fahrtreglers ist aus dem in Abb. 2 dargestellten Diagramm zu ersehen. Der Apparat ist ferner mit einer Repetier-Entauslösung versehen, welche beim Überfahren der Hängebank die Bremse mit Vollkraft aufwirft.

Abb. 2. Geschwindigkeitsdiagramme

Der Apparat wird in Serien von größerer Anzahl in Präzisionsausführung gebaut und zwar in nur einer Type, die jedoch den Betriebsverhältnissen jeder Fördermaschine entsprechend eingestellt werden kann, so daß stets die größte Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit erreicht wird.

Der Präzisions-Fahrtregler kann auch an alten Fördermaschinen eingebaut werden mit den gleichen vorerwähnten Vorteilen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

ABDAMPF-AUSNUTZUNG

A

Abdampf-Lufterhitzer
Abgas-Saugzug-Anlagen
Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer

Auslandsvertreter gesucht!

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57.

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" / D. R. P. mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D. R. P.

Entöler

Vorwärmer

Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle / Maschinenfabr. Kesselschmiede-Apparateb.

ADRESSEN

aller Art von In- und Ausland

Robert Tessmer A.-G., Berlin C 21
Gegr. 1878 Wallstr. 16 Gegr. 1878

ARBEITS- UND BERUFSKLEIDUNG

kauft man am Besten in dem ältesten und größten Spezialgeschäft von

Kohnen & Jöring, Berlin O 27
Alexanderstr. 12.

Siehe ausführliche Anzeige in den VDI-Nachrichten

ARMATUREN

Bügler & Co., Hannover-V
Maschinen- und Armaturenfabrik.

ARMATUREN

Dicker & Werneburg, G. m. b. H.
Halle/Saale

ARMATUREN

Ventile für Satt- und Heißdampf
Schieber für Wasser und Gase
Schieber für Heißdampf

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFWALZMASCHINEN

zum Befestigen der Flanschen auf Rohre

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

Original Dreistern Aufzüge

Maschinenfabrik
Mühleissen m. b. H.
Elberfeld

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme an 30000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge

Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik
ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen, Akten

Heime & Hans Herzfeld
Halle a. S.
Masch.-u. Apparate-Fabrik

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme
Spez.: Industrieaufzüge

Maschinenfabrik Erich Gimpel
Berlin SO 33
Telephon: Moritzplatz, 1442 u. 7188
Lieferant staatl. u. städt. Behörden

AUFZÜGE, KRANE

Paternosteraufzüge

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

AUFZÜGE

Elektr. Aufzüge
mit Druckknopfsteuerung
Paternosteraufzüge
Selbsttätige Kippaufzüge für Kohlen- und Schlackenförderung

R. Stahl A.-G., Stuttgart

AUFZÜGE

in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe

Windscheid & Wendel
Eisengießerei und Maschinenfabrik
Düsseldorf-O.

AUFZÜGE

für Personen und Lasten, spez. Druckknopfsteuerung
Paternoster-Aufzüge

Adolf Zaiser, Maschinenfabrik,
Stuttgart.

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlagen mit sämtlichem Zubehör.
Gaswerkzeuge für alle Gasarten.

Heime & Hans Herzfeld
Halle a. S.
Masch.-u. Apparate-Fabrik

Epstein-
AUTOMATEN

die einfachsten!

Leipzig 1
Tröndlinring 1

EPSTEIN

BANDSTAHL

B

für alle Verwendungszwecke

Erich Loewe, G. m. b. H., Berlin C 19

BENZINLAGERUNGEN

höchster Vollendung

Martini & Hüneke,
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft.
Berlin SW 48

BOHRFUTTER

„Deboga"

das beste
Bohrfutter
der Welt

erspart bei jeder Bohrmaschine jährlich
80 Stundenlöhne
und verbürgt einen absolut einwandfreien Bohrbetrieb

Verkaufsartikel

DEUTSCHE BOHRFUTTER-GESELLSCHAFT m. b. H. AUGSBURG * Bezirk 3

BIEGSAME WELLEN

Maschinenfabrik
Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde Steglitzer Str. 21

BLECH-ROHRLEITUNGEN

Rohre und Formstücke

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.
Berlin C 19 Eberswalde

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)

Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

SICHERHEITS-
DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS-VENTILE

System „Bühring" D. R. G. M.

Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar.
Aus Vorrat lieferbar.

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle
Maschinenfabrik / Kesselschmiede
Apparatebau

DAMPFMESSER

mit Zählwerk, kombiniertem Ventil und Druckberücksichtigung.

Ernst Claassen & Co.,
Berlin-Lichterfelde-Ost,
Mariannenstr. 12a.

DAMPFMESSER

Wassermesser, Preßluftmesser, Gasmesser
mit und ohne Schreib- u. Zählwerk
mit und ohne autom. Druckberichtigung

Gehre-Dampfmesser-Gesellschaft
Inh.: Dr. Martin Böhme
Berlin N 31, Brunnenstr. 156

DAMPFMESSER

Gasmesser, Luftmesser, Speisewassermesser

anzeigend, registrierend, zählend.

Siemens & Halske A.-G. Wernerwerk
Siemensstadt bei Berlin

STABE-
DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser

anzeigend und registrierend, mit automat. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365828
in Hunderten von Ausführungen geliefert für Dampfmaschinen, Dampfhämmer, Walzenzugmaschinen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R 24

Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilungen der AEG

Elektrischer Ruderantrieb für Schiffe.

Das Ruder gibt dem Schiffe die von seinem Führer bestimmte Fahrtrichtung. Seine Betätigung erfolgt bei kleinen Schiffen von Hand. Bei größeren Schiffen mit entsprechend höheren Geschwindigkeiten werden die Ruderleistungen so groß, daß die Ruderbetätigung maschinell erfolgen muß. Bis in die neueste Zeit wurde hierzu ausschließlich die Dampfmaschine benutzt und durch einen Wechselschieber gesteuert, der durch Drehen des Handrades einer auf der Brücke aufgestellten Axiometersäule geöffnet wird. Mittels einer zwischengeschalteten Rückdrehvorrichtung schließt die in Bewegung gesetzte Rudermaschine den Schieber selbst wieder und setzt damit die Rudermaschine still. Das Ruder bewegt sich also nach B. B. oder St. B., solange der Rudergänger das Handrad nach links oder rechts dreht, er hat damit das Gefühl, das Ruder durch sein Rad von Hand zu legen. Als Übertragungsglied von der Steuersäule bis zum Wechselschieber der Dampfmaschine dient eine Wellenleitung, die Ruderanlaßleitung, die mit ihren durch die Raumverhältnisse bedingten Kegelrädern, Kardangelenken und Ausgleichkupplungen den schwächsten Teil der Ruderanlagen bildet.

Bild 1. Motorschiff „Tortugas".

Das zähe und wohlverständliche Festhalten des Seemannes an der altgewohnten Handhabung erschwerte zunächst die „Elektrifizierung des Ruders" sehr, und erst die „Sympathische Rudersteuerung" der AEG wurde allen seinen Wünschen gerecht, da deren Handhabung genau die gleiche ist wie bei der althergebrachten Dampfmaschine, diese in der Einstellgenauigkeit aber noch übertrifft. Die unbeliebte Ruderanlaßleitung wird durch ein vom Steuerstand zur Rudermaschine führendes mehradriges Schwachstromkabel ersetzt. Die Arbeit des Rudergängers am Steuerrad wird durch den Fortfall der meist nicht leichtgängigen Wellenleitungen sehr viel weniger anstrengend, denn es ist nur noch eine schmale und glatte Kontaktbahn unter einer geringen Zahl von Bürsten auf kleinen Wegen zu verstellen.

Bild 1 zeigt die Anordnung eines Steuerstandes mit im Axiometerkopf eingebautem Rudereinsteller auf dem Dieselmotor-Schlepper „Haniel XXVIII". Durch Drehen des Handrades wird die Kontaktschiene des Rudereinstellers und gleichzeitig ein auf dem Axiometerkopf angeordneter Zeiger auf eine gewünschte Gradstellung eingestellt. Hierdurch wird das Feld der Dynamo eines Leonardaggregates erregt, und der mit der Anlaßdynamo elektrisch verbundene Ruderantriebsmotor erhält Strom. Sein Anker verstellt über ein Schnecken- und Zahnradgetriebe (Bild 2) das Ruder. Mit dem Getriebe mechanisch gekuppelt ist ein „Ruderwächter". Die Übersetzung der Kupplungsglieder ist so gewählt, daß er sympathisch mit dem Ruder läuft. Hat der „Ruderwächter" die durch das Handrad des Rudereinstellers eingestellte Gradstellung erreicht, so wird das Feld der Dynamo stromlos und der Rudermotor und damit auch das Ruder stoppt. Jeder Gradstellung am Rudereinsteller entspricht zwangläufig die genau gleiche Gradstellung des Ruderblattes. Die elektrische Ausrüstung besteht also aus dem Rudermotor, einem Leonardaggregat, dem Rudereinsteller und dem Ruderwächter.

Bild 2. Rudereinsteller im Axiometerkopf.

Die Rudermaschine ist neben der Hauptmaschine die am höchsten beanspruchte Anlage an Bord. Sie arbeitet auf einer Reise wochenlang Tag und Nacht ununterbrochen und bei ungünstigen Witterungs- und Seeverhältnissen unter den schwierigsten Bedingungen. Die Apparatur muß so ausgebildet sein, daß sie während der Reise nicht überholt zu werden braucht, und es ist ein großer Vorzug des AEG-Systemes, daß Starkstrom führende Anlasser, Relais und dergl. vermieden sind. Die ganze Steuerung ist in zwei Apparaten, dem Rudereinsteller und dem Ruderwächter, zusammengefaßt. Diese führen nur schwache Ströme von 0,3 bis 0,4 A und sind in allen Abmessungen so durchgebildet, daß sie praktisch keinem Verschleiß unterworfen sind.

Bild 3. Rudermaschine.

Bis zur Einführung der elektrisch betriebenen Rudermaschinen lagen nur unvollkommene Messungen über die bei diesem Betriebe auftretenden Beanspruchungen vor. Erst die einwandfreien Meßmethoden der Elektrotechnik zeigten, daß die Beanspruchungen der Ruderanlagen sehr viel höher waren, als man bisher angenommen und „errechnet" hatte. Diese außerordentlichen Beanspruchungen treten nicht nur, wie bisher angenommen, bei Ruderlegen von Hart zu Hart, sondern bei schwerem Wetter und schwer arbeitendem Schiffe auch beim Kurshalten in der Nähe der Mittschiffslage auf. Die von der See herrührenden Schläge und vor allem das Aufprallen des Ruders auf die unelastische Wassermasse ergeben schwere Stöße auf das Rudergeschirr, die sich je nach dem Wirkungsgrade des Getriebes in verschiedener Stärke auf den Antriebsmotor übertragen. Für einen derartig beanspruchten Umkehrantrieb kommt nur das Leonardverfahren in Frage, das bei geeigneter Verkopplung der Felder am besten in der Lage ist, diese Stöße elastisch aufzunehmen. Die Verhältnisse werden so gewählt, daß der Motor zum Stillstand kommt, wenn er ein vorher in Abhängigkeit von seiner Bauart festgelegtes Drehmoment erreicht, wobei dieses Drehmoment in voller Größe erhalten bleibt.

Elektrische AEG-Ruderantriebe sind bereits für mehr als 50 Motorschiffe abgeliefert und im Bau. Ihre absolute Zuverlässigkeit ist durch jahrelanges einwandfreies Arbeiten auch während der längsten Reisen unter allen Wetter- und Seeverhältnissen erwiesen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" / D. R. P.
mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D. R. P.

Entöler

Vorwärmer

Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler

Bühring A.-G., Landsberg
Bez. Halle / Maschinenfabr.
Kesselschmiede-Apparateb.

ADRESSEN

aller Art von In- und Ausland

Robert Tessmer A.-G., Berlin C 21
Gegr. 1878 Wallstr. 16 Gegr. 1878

ARBEITS- UND BERUFSKLEIDUNG

kauft man am Besten in dem ältesten und größten Spezialgeschäft von

Kohnen & Jöring, Berlin O 27
Alexanderstr. 12.
Siehe ausführliche Anzeige in den VDI-Nachrichten

ARMATUREN

Dicker & Werneburg, G. m. b. H.
Halle/Saale

ARMATUREN

Ventile für Satt- und Heißdampf
Schieber für Wasser und Gase
Schieber für Heißdampf

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFWALZMASCHINEN

zum Befestigen der Flanschen auf Rohre

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

MSN

Aufzugswerke Nürnberg
M. Schmitt & Sohn
Schließfach 83

München / Mannheim
Köln / Saarbrücken / Hannover
Hamburg / Berlin W / Essen
Frankfurt / Leipzig / Stuttgart

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen, Akten

Heime & Hans Herzfeld
Halle a. S.
Masch.-u. Apparate-Fabrik

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme an 30000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge

Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik
ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

AUFZÜGE

Elektrische Aufzüge für Personen oder Lasten mit Seil- oder elektrischer Steuerung
Paternosteraufzüge für Personen

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Original-Dreistern-Aufzüge

Maschinenfabrik
Mühleissen m. b. H.
Elberfeld

AUFZÜGE, KRANE

Paternosteraufzüge

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

AUFZÜGE

in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe

Windscheid & Wendel
Eisengießerei und Maschinenfabrik
Düsseldorf-O.

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlagen mit sämtlichem Zubehör.
Gaswerkzeuge für alle Gasarten.

Heime & Hans Herzfeld
Halle a. S.
Masch.-u. Apparate-Fabrik

Epstein-
AUTOMATEN

die einfachsten

Leipzig 1
Tröndlinring 1

EPSTEIN

B

BANDSTAHL

für alle Verwendungszwecke

Erich Loewe, G. m. b. H., Berlin C 19

BEHÄLTER

Lyra-Kompensatoren, Kessel, Kondensatormäntel, Rohrschlangen, Unterstützungen, Vorwärmer, Wasserabscheider,
Montagen im In- und Auslande durch

E. Otto Dietrich
Rohrleitungsbau-A.-G. Bitterfeld
Berlin-Wilmersdorf, Babelsbergerstr. 7
Eigenes Röhrenwerk.

BENZINLAGERUNGEN

höchster Vollendung

Martini & Hüneke,
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft.
Berlin SW 48

BLECH-ROHRLEITUNGEN

Rohre und Formstücke

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.
Berlin C 19 Eberswalde

BOHRFUTTER

„Deboga"

ist der Name für das **beste Bohrfutter**
D. R. P. u. A. P.

Ersparnis an jeder Bohrmaschine jährlich
80 Stundenlöhne

Wiederverkaufs-Angebote durch

DEUTSCHE BOHRFUTTER-GESELLSCHAFT m. b. H.
AUGSBURG * Bezirk 3

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)

Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

BRECHER „ZICK-ZACK"

Hammermühlen.
Wichtige Neuerungen.

Friedrich Haas
Lennep (Rhld.)

D

SICHERHEITS-
DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS-VENTILE

System „Bühring" D. R. G. M.

Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar.
Aus Vorrat lieferbar.

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle
Maschinenfabrik / Kesselschmiede
Apparatebau

CLAASSEN-
DAMPFMESSER

Dampfzähler, Ventile mit kombiniert, Dampfmesser, automatische Druckberücksichtigungen ohne Gelenke, nur eig. Patente. Ueber 1000 St. geliefert.
In Niederdruck-Dampfmessern größter Umsatz Deutschlands.

Ernst Claassen & Co.
Berlin-Groß-Lichterfelde-Ost

DAMPFMESSER

Wassermesser, Preßluftmesser, Gasmesser
mit und ohne Schreib- u. Zählwerk;
mit und ohne autom. Druckberichtig.

Gehre-Dampfmesser-Gesellschaft
Inh.: Dr. Martin Böhme
Berlin N 31. Brunnenstr. 156

DAMPFMESSER

Gasmesser, Luftmesser, Speisewassermess

anzeigend, registrierend, zählend.

Siemens & Halske A.-G. Wernerwerk
Siemensstadt bei Berlin

STABE-
DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser

anzeigend und registrierend, mit automat. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365328
in Hunderten von Ausführungen geliefert für Dampfmaschinen, Dampfhämmer, Walzenzugmaschinen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R 24

Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilung der AEG

Zentralisierte Betriebsführung.

Die ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnisse der letzten Jahre haben veranlaßt, daß neuerdings ganz allgemein in allen Kraftbetrieben erhöhter Wert auf Verminderung der Anlage- und Betriebskosten gelegt wird. Vervollkommnung aller Einzelheiten, insbesondere der Maschinen und der Kesselanlage, sowie ihre zweckmäßige Vereinigung zu einem organischen Ganzen sind die üblichen Wege, die zu einer nennenswerten Ersparnis führen können. Neben diesen rein konstruktiven Maßnahmen spielen bei der Rentabilität eines Unternehmens jedoch auch noch betriebstechnische Gesichtspunkte eine entscheidende Rolle. Insbesondere wird die Art und Weise der Betriebsführung mitentscheidend sein für die Wirtschaftlichkeit des ganzen Werkes. Sorgfältige Überwachung aller Einzelheiten des Betriebes von einer Zentralkommandostelle aus, von der aus die Anweisungen für die verschiedenen Maßnahmen im Kesselhaus, bei den Maschinen, Pumpen, Reinigern usw. ergehen, erscheint zu diesem Zwecke unerläßlich. Hierbei ist es möglich, die Wartung in den zahlreichen Unterbetrieben jederzeit in Einklang zu bringen mit den auf höchste Ökonomie zielenden Erfordernissen des ganzen Werkes, die entsprechend der jeweils vorliegenden Belastung der Hauptmaschinen wechseln werden.

Zentralschalttafel für Betriebskontrolle.

Bei den neuzeitlichen größeren Kraftwerken wird zu diesem Zweck seitens der AEG eine Zentralschalttafel in Aussicht genommen, auf der alle für die Kontrolle des Gesamtbetriebes erforderlichen wichtigsten Instrumente vereinigt sind. Diese Anlage wird entweder im Betätigungsraum der Hauptschaltanlage oder in einem mit diesem durch Telefon in Verbindung stehenden Raume untergebracht. Vorgesehen werden den jeweiligen Bedürfnissen entsprechend Apparate für direkte Ablesung und in registrierender Form für die Anzeige der Werkbelastung, für die Bestimmung des Zuges und des CO_2-Gehaltes in den verschiedenen Füchsen, für die Ermittlung des Druckes und der Temperaturen in den Hauptfrischdampfleitungen und des Kondensates usw. Außerdem erhält diese Schalttafel alle Schalter für die Betätigung der verschiedenen nach dem Kessel- oder Maschinenhaus führenden Signaleinrichtungen, die teils auf akustischem, teils auf optischem Prinzip beruhen, sowie auch die Fernantriebe für die Zugschieber, Zentraltemperaturregler usw.

Bei Anlagen, die für die Fernleitung von Abwärme bestimmt sind, kann außerdem eine besondere Schalttafel von Vorteil sein, die in übersichtlicher Form alle Meßeinrichtungen für die Bestimmung der abgelieferten Dampf- bzw. Wärmemengen enthält (s. Bild). Bei einer derartigen Einrichtung enthalten die vertikal stehenden Schalttafeln die Instrumente für die Messung der Dampf- und Wassermengen mehrerer Heizdampfleitungen, während auf einem davorstehenden Pult die verschiedenen Dampfregistrierinstrumente vereinigt sind. Die Absperrorgane für die einzelnen Heizdampfleitungen werden in diesem Fall direkt betätigt. Ihre Antriebe liegen jedoch zentralisiert direkt vor dieser Kontrolltafel, so daß jederzeit eine einwandfreie Überwachung möglich ist.

Derartige zentralisierte Betriebsführungen ergeben die Möglichkeit, die Wärmewirtschaft nicht nur bei kleinen und mittelgroßen Werken, sondern insbesondere auch bei umfangreichen, infolge ihrer Größe vielfach weniger übersichtlichen Werken aufs vorteilhafteste zu beeinflussen, so daß in erster Linie nennenswerte Wärmeersparnisse möglich werden.

Kessel, Maschinen und die Hilfsbetriebe werden entsprechend dem jeweils vorliegenden Energiebedarf rechtzeitig auf günstigsten Wirkungsgrad eingestellt, wobei die Abschaltung der einzelnen Gruppen im Einklang mit dem jeweils vorliegenden Belastungscharakter derart erfolgen kann, daß die in Betrieb bleibenden Einzelglieder größtenteils auf dem wirtschaftlichsten Zweige der Wirkungsgradkurve arbeiten werden.

Zufällige Unregelmäßigkeiten bei irgend einem Betriebsteil lassen sich von der Kontrollstelle aus rechtzeitig erkennen, so daß etwa sich daraus ergebende Schäden durch entsprechende Gegenmaßnahmen auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben können.

Die Zentralkontrolle gestattet schließlich dem Betriebe weitestgehende Unabhängigkeit von der Tauglichkeit des Bedienungspersonals. Ein Mangel an genügend vorgebildeten Hilfskräften tritt daher weniger fühlbar in Erscheinung, da jedem Mann von der Zentralstelle aus jederzeit alle Anweisungen für die verschiedenen Bedienungsmaßnahmen zugeführt werden und demzufolge Falschschaltungen bzw. unrichtige Einstellung von Kesseln, Turbinen usw. unterbleiben werden.

Der gesamte Kraftwerksbetrieb wird durch die geschilderten Maßnahmen im gewissen Grade zu einem rein automatischen, bei dem durch weitestmögliche Ausschaltung aller individuellen Unvollkommenheiten von Hilfskräften usw. sowie durch Unterstellung aller Einzelheiten des Betriebes unter die dauernde Kontrolle einer besonderen mit allen wirtschaftlichen Fragen bestens vertrauten Zentralstelle ein Optimum in der gesamten Wärmewirtschaft für das betreffende Werk erzielt werden kann.

Die Ausnutzung der Wärmeenergie der Kohle ist bekanntlich bei reinen Kraftwerksbetrieben äußerst niedrig. Der Betriebswirkungsgrad ist z. B. bei vielen größeren Werken zurzeit etwa nur 10 bis 12 vH und kann bei Werken, die nach neuzeitlichen Gesichtspunkten gebaut sind und bei denen mit hohen Drucken und Temperaturen sowie mit starker Vorwärmung des Kondensates durch Anzapfdampf der Betriebsmaschinen gearbeitet wird, günstigenfalls bis auf 18 bis 22 vH sich erhöhen lassen. Bei Anwendung der Zentralkontrolle wird es jedoch möglich sein, diese Werte nicht unbeträchtlich zu verbessern und damit die Rentabilität des Werkes unter gleichzeitiger Erhöhung der Einfachheit und Sicherheit des Betriebes in entsprechendem Maße zu vergrößern.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilungen der AEG

Die Rauchgasprüfung in der Kalkindustrie.

Von einer allgemein eingeführten Rauchgasprüfung, wie sie bei Kesselfeuerungen schon seit langem besteht, kann man in der Kalkindustrie nicht sprechen. Daß die Kalkindustrie wärmetechnische Meßmethoden bisher vernachlässigt hat, ist der altüberlieferten Arbeitsart dieser Industrie zuzuschreiben, die sich fast nur auf Erfahrungsgrundsätze stützt. Erst der Krieg mit den Folgeerscheinungen des Kohlenmangels brachte einen Wandel. Der Vorstand des deutschen Kalkbundes, Direktor Urbach, richtete daher für diesen Industriezweig eine Wärmestelle „Kalk" ein. Von diesem Zeitpunkt an wurde der wärmetechnischen Untersuchung der Kalköfen mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Wenn auch die Kohlevergeudung nicht 100 % beträgt wie in Amerika (nach Feststellung eines Amerikaners, auf Versuchen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika fußend), so darf doch angenommen werden, daß durch Aufnahme wärmetechnischer Maßnahmen manche Brennstoffersparnis in der Kalkindustrie zu erzielen ist.

Die Rauchgasprüfung ist eins der wichtigsten Mittel zur Beurteilung des Verbrennungsvorganges. Aus ihr stellt man fest, ob die Verbrennung unvollkommen oder mit zu großem Luftüberschuß erfolgt ist. Hiernach richten sich die ganzen Maßnahmen, die der Kalkbrenner auszuführen hat, um das Feuer richtig zu führen. Bei der Verbrennung von reinem Kohlenstoff mit der theoretischen Menge Luft wird der Kohlensäuregehalt des Rauchgases 21 % Kohlensäure und 79 % Stickstoff sein. Da die Kohle aber außer Kohlenstoff noch Sauerstoff und Wasserstoff enthält, wird der Kohlensäuregehalt auf etwa 19 % Kohlensäure heruntergedrückt.

Wesentlich anders liegen die Verhältnisse bei einem Kalkofen. Durch die Verbrennungswärme der Kohle wird der Kalkstein in Kalziumoxyd (gebrannter Kalk) und Kohlensäure gespalten. Die Abgase enthalten also neben der aus der Verbrennung der Kohle stammenden Kohlensäure noch die aus dem chemischen Prozeß des Kalkbrennens entwickelte Kohlensäure. Hierdurch steigt der theoretisch mögliche Höchstgehalt der Rauchgase eines Kalkofens auf ca. 50 % Kohlensäure. Die üblichen Meßapparate mit einem Anzeigebereich bis 21 % reichen daher nicht aus.

Diesem Sonderbedürfnis Rechnung tragend, hat die AEG in der Ranarex-Rauchgasprüfer-Abteilung einen Spezialapparat für die Kalkindustrie hergestellt, dessen auf 35 % Kohlensäure erweiterter Meßbereich für diese Zwecke ausreichend ist, da praktisch die entwickelte Wärme nicht allein zur Kohlensäureabspaltung aus dem Kalk verwandt wird, sondern durch Leitung des Mauerwerkes (Temperaturen bis 1200 °C in der Brennzone) und durch Luftverdünnung Verluste entstehen, welche den Kohlensäuregehalt stark herabmindern. Ein Rauchgas mit 35 % Kohlensäure würde demnach schon eine sehr gute Verbrennung anzeigen. Um aus dem Kohlensäuregehalt der Kalkofenabgase festzustellen, wieviel Kohlensäure aus der Verbrennung und wieviel aus dem Kalk stammt, ist eine Sauerstoffbestimmung unerläßlich, die mit einem Orsat oder ähnlichen Apparat ausgeführt werden kann. Für die Bedürfnisse der Praxis, die nur eine annähernde Beurteilung der Feuerung wünscht, ist jedoch diese Sauerstoffbestimmung nicht unbedingt notwendig, da die Kohlensäurebestimmung allein ein hinreichend genaues Bild über den Verlauf des Prozesses bietet. Die Berechnungsmethoden für Kalk- und Verbrennungs-Kohlensäure hier näher darzulegen, würde zu weit führen. Es wird daher auf den auf der Tagung der deutschen Kalkindustrie in Braunschweig gehaltenen Vortrag des Herrn Professor Dr. Keppeler hingewiesen.

Gasentnahme beim Schachtofen nach Fanehjelm. Besonders einfach liegen die Verhältnisse bei den Kalkschachtöfen der Zuckerindustrie, da an der Gichtleitung der Querschnitt gering ist, also mit einer Entnahmestelle eine Durchschnittsgasprobe erhalten wird. Anders verhält es sich beim Schachtofen nach Fanehjelm, der einen Gichtdurchmesser von ca. 4 m hat. Um hier eine Durchschnittsprobe zu erhalten, muß an mehreren Stellen zu gleicher Zeit Gas abgezogen werden. Es läßt sich in der Weise bewerkstelligen, daß man an ein Zentralrohr, welches zum Anzeigeinstrument führt, mehrere Abzweigungen im Gichtquerschnitt anbringt. Das Anzeigeinstrument befindet sich am besten oberhalb der Feuerungstüren, damit der Kalkbrenner es stets vor Augen hat und nach ihm seine Maßnahmen treffen kann.

Bild 1. Ranarex-Rauchgasprüfer am Kalk-Ringofen.

Gasentnahme beim Ringofen. Die Gasentnahme kann einmal beim Eintritt des Gases in den Fuchs stattfinden. Dann wäre eine Ringleitung zu bauen, welche einen Anschluß an jeden Fuchs besitzt. Mit dem Wandern des Feuers wird jeweils ein anderer Fuchs mit dem Anzeigeinstrument in Verbindung gebracht. Andernfalls entnimmt man das Gas den Rauchkammern, muß aber berücksichtigen, daß Fälle eintreten, in denen Rauchgase aus dem Feuer näherliegenden Kammern in den einen Rauchkanal und Rauchgase aus der dem Feuer entferntesten Kammer in den anderen Rauchkanal wandern, also keine Durchschnittsprobe der Abgase erhalten wird. Außerdem tritt im Rauchkanal Nebenluft durch Undichtigkeit der Glocken ein. Das Anzeigeinstrument des Ranarex-Rauchgasprüfers wird beim Ringofen, am besten am Schornsteinfuß oberhalb der Schürlöcher, angebracht, damit es der Kalkbrenner stets vor Augen hat, wie es Abbildung 1 zeigt.

Vorteile des Rauchgasprüfers. Betrachtet man das vom Ranarex aufgezeichnete Diagramm vom Schachtofen (Abb. 2), so sieht man deutlich ein Steigen und Fallen der Kurve. Die Auswertung des Diagrammes ergibt, daß an den Punkten höchsten Kohlensäuregehaltes die Verbrennung die beste war. Kurz nach dem Aufwerfen von Kohle sinkt der Kohlensäuregehalt um ein weniges, aber nur kurze Zeit, dann steigt der Kohlensäuregehalt dauernd und hält sich längere Zeit auf gleicher Höhe, bis endlich die Kurve wieder dauernd abnimmt. Beim Beginn der Abnahme des Kohlensäuregehaltes hätte der Kalkbrenner eingreifen müssen durch Aufwerfen neuer Kohle. Das Diagramm zeigt aber, daß es nicht geschehen ist, sondern über einen ganzen Zeitabschnitt nur Luft unnötig erwärmt worden ist. Dies bedeutet einen Wärmeverlust, weil die überschüssige Luft Wärme im Abgas forträgt und das ganze System gekühlt wird. Dieses zu verhindern, ist der Ranarex-Rauchgasprüfer der geeignete Apparat dank seiner soliden Bauart, verbunden mit der genauen und schnellen Anzeige des jeweiligen Kohlensäuregehaltes in den Abgasen.

Bild 2. Registrierter CO_2-Gehalt der Abgase eines Kalkofens.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" / D. R. P. mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D. R. P.

Entöler

Vorwärmer

Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle / Maschinenfabr. Kesselschmiede-Apparateb.

ADRESSEN

aller Art von In- und Ausland

Robert Tessmer A.-G., Berlin C 21
Gegr. 1878 Wallstr. 16 Gegr. 1878

ARBEITS- UND BERUFSKLEIDUNG

kauft man am Besten in dem ältesten und größten Spezialgeschäft von

Kohnen & Jöring, Berlin O 27
Alexanderstr. 12.
Siehe ausführliche Anzeige in den VDI-Nachrichten

ARMATUREN

Dicker & Werneburg, G. m. b. H.
Halle/Saale

ARMATUREN

Sonderheiten Staufferbüchsen, Dochtöler, Federdruckbüchsen, Tropföler usw. Kleinöler für Fahrräder, Automobile usw. Helmöler, Drehöler, Klappöler, Trichterformöler, Stahl- u. Kugelöler

Wilhelm Lahr & Co.,
Metallwarenfabrik, Zuffenhausen-Stuttgart

ARMATUREN

Ventile für Satt- und Heißdampf
Schieber für Wasser und Gase
Schieber für Heißdampf

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFWALZMASCHINEN

zum Befestigen der Flanschen auf Rohre

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen, Akten

Heime & Hans Herzfeld
Masch.- und Apparate-Fabrik (Inh.: Ing. Paul Heime u. Willi Zick)
Halle a. d. Saale

HH

AUFZÜGE

MSN

Aufzugswerke Nürnberg
M. Schmitt & Sohn
Schließfach 83
Gegründet 1861

München / Mannheim
Köln / Saarbrücken / Hannover
Hamburg / Berlin W / Essen
Frankfurt / Leipzig / Stuttgart

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme an 80000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge

Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik
ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

AUFZÜGE

Elektrische Aufzüge für Personen oder Lasten mit Seil- oder elektrischer Steuerung
Paternosteraufzüge für Personen

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

ORIGINAL-DREISTERN-AUFZÜGE
MME

Maschinenfabrik
Mühleissen m. b. H.
Elberfeld

AUFZÜGE, KRANE

Paternosteraufzüge

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

AUFZÜGE

in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe

Windscheid & Wendel
Eisengießerei und Maschinenfabrik
Düsseldorf-O.

AUFZÜGE

für Personen und Lasten, spez. Druckknopfsteuerung
Paternoster-Aufzüge

Adolf Zaiser, Maschinenfabrik,
Stuttgart.

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlagen mit sämtlichem Zubehör.
Gaswerkzeuge für alle Gasarten.

Heime & Hans Herzfeld
Masch.- und Apparate-Fabrik (Inh.: Ing. Paul Heime u. Willi Zick)
Halle a. d. Saale

HH

Epstein-
AUTOMATEN

die einfachsten

Leipzig 1
Tröndlinring 1

EPSTEIN

B

BANDSTAHL

für alle Verwendungszwecke

Erich Loewe, G. m. b. H., Berlin C 19

BLECH-ROHRLEITUNGEN

Rohre und Formstücke

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.
Berlin C 19 Eberswalde

BOHRFUTTER

„Deboga"
das beste
Bohrfutter
der Welt
erspart bei jeder Bohrmaschine jährlich
80 Stundenlöhne
und verbürgt einen absolut einwandfreien Bohrbetrieb
Verkaufsartikel
DEUTSCHE BOHRFUTTER-GESELLSCHAFT m. b. H.
AUGSBURG * Bezirk 3

BENZINLAGERUNGEN

höchster Vollendung

Martini & Hüneke,
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft,
Berlin SW 48

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

SICHERHEITS-
DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS-VENTILE

System „Bühring" D. R. G. M.

Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar.
Aus Vorrat lieferbar.

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Hall
Maschinenfabrik / Kesselschmiede
Apparatebau

CLAASSEN-
DAMPFMESSER

Dampfzähler. Ventile mit kombinie Dampfmesser, automatische Druc berücksichtigungen ohne Gelenke, n eig. Patente. Ueber 1000 St. geliefe: In Niederdruck-Dampfmessern größter Umsatz Deutschlands.

Ernst Claassen & Co.
Berlin-Groß-Lichterfelde-Ost

DAMPFMESSER

Wassermesser, Preßluftmesser, Gasmesser
mit und ohne Schreib- u. Zählwerk
mit und ohne autom. Druckberichti
Gehre-Dampfmesser-Gesellschaf
Inh.: Dr. Martin Böhme
Berlin N 31. Brunnenstr. 156

DAMPFMESSER

Gasmesser, Luftmesser. Speise-wassermes

anzeigend, zählend, registrieren

Siemens & Halske A.-G. Wernerwer
Siemensstadt bei Berlin

STABE-
DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend, mit automat. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 36532
in Hunderten von Ausführungen geliefert für Dampfmaschinen, Dampfhämmer, Walzenzugmaschine Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R 2

Feodor Stabe Apparatebauanstal
Berlin SO 26

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilung der AEG

Geschlossene Drehstrommotoren mit Mantelkühlung D. R. G. M.

Jeder Elektromotor erleidet während des Betriebes eine Erwärmung, die aus Rücksichten der Betriebssicherheit nur eine bestimmte, durch Normen festgelegte Höhe erreichen darf. Die Erwärmung selbst ist nicht zu vermeiden; sie wird um so höher, je stärker der Motor beansprucht wird. Es liegt nun im Interesse der Wirtschaftlichkeit, einerseits den Motor möglichst voll zu beanspruchen, andererseits den Motor so zu bauen, daß die im Motorinneren entwickelte Wärme rasch abgeführt wird. Die älteren Motoren hatten große Öffnungen in den Lagerschildern und Gehäusen, durch die die Wärme ausstrahlen konnte. Nachteilig war hierbei die Gefahr der Verstaubung bei längerem Stillstand und die Gefährdung des Motors durch Tropfwasser, herabfallende Teile und dergleichen.

Bild 1. Geschlossener Motor mit Mantelkühlung.

Ein großer Fortschritt wurde dadurch erzielt, daß auf der Ankerwelle ein Ventilator aufgesetzt wurde, der Kühlluft aus dem Raum durch das eine Lagerschild ansaugt; die Luft durchspült hierbei das Innere des Motors und tritt am anderen Lagerschild wieder aus. Ist die Luft im Aufstellungsraum rein, wie beispielsweise in Kraftwerken, vielen Werkstätten, Pumpenhäusern und ähnlichen Betriebsstätten, so ist diese Motorbauart die denkbar günstigste.

Zahlreich sind jedoch die Betriebe, in denen die Luft stark verunreinigt ist, wie z. B. in Berg- und Hüttenwerken, Kokereien, Gasanstalten, Zementfabriken, chemischen Fabriken usw. An solchen Stellen werden Motoren gebraucht, die entweder völlig geschlossen oder noch besser mit einem Doppelmantel versehen sind. Bild 1 zeigt einen derartigen Motor. Der Ventilator saugt die Luft durch eine Reihe von Öffnungen durch das antriebseitige Lagerschild an und drückt sie durch Hohlräume, die zwischen dem inneren und äußeren Gehäuse (Mantel) angeordnet sind, über das schleifringseitige Lagerschild hinweg in den Raum zurück. Während beim ganz geschlossenen Motor die Wärme nur von der Oberfläche ausstrahlen kann, was in geschlossenen Räumen, also bei stagnierender Umgebungsluft naturgemäß sehr langsam vor sich geht, ist die Wärmeabführung bei der Mantelkühlung infolge der großen Luftgeschwindigkeit eine viel wirksamere. Die Folge ist, daß derartige Motoren wesentlich kleiner und billiger ausfallen; dabei werden noch die elektrischen Verhältnisse erheblich besser, so daß auch die Stromkosten geringer werden.

Der Vorteil der Mantelkühlung würde hinfällig sein, wenn nicht folgende zwei Bedingungen erfüllt würden.

1. Kein Eindringen von Staub in das Motorinnere.
2. Bequeme Reinigung der Kühlkanäle.

Diese Bedingungen werden bei den Motoren von etwa 1 kW aufwärts durch die nachstehend beschriebene Bauart erfüllt.

Kein Eindringen von Staub. Auf dem Wege durch die Kühlkanäle kommt die Kühlluft an keiner Stelle mit der Wicklung in Berührung. Erreicht wird dies durch eine besonders ausgebildete Labyrinthdichtung. Um die Zuverlässigkeit der Bauart zu erproben, sind wiederholte Prüfungen in der Weise vorgenommen worden, daß gemäß Bild 2 große Mengen von Talkumstaub, der sich durch äußerst feine Verteilung und glänzend weiße Farbe auszeichnet, unmittelbar vor die Lufteinströmungsöffnung des Motors geschüttet werden. Beim Auseinandernehmen des Motors konnte stets festgestellt werden, daß nicht eine Spur des Talkumstaubes ins Innere des Motors eingedrungen war.

Bild 2. Prüfung des Motors auf Schutz gegen Eindringen von Staub.

Bequeme Reinigung der Kühlkanäle. Die Mantelkühlung wäre verfehlt, wenn die festen Bestandteile der Kühlluft in den Kanälen zur Ablagerung kämen und dadurch die Kühlwirkung beeinträchtigen. Deshalb müssen tote Stellen, die die Staubablagerung begünstigen, möglichst vermieden werden. Trotzdem wird aber bei längerem Stillstand eine Ablagerung nicht ausbleiben, besonders dann, wenn sich der Staub unter dem Einfluß feuchter Luft verdickt, wenn er zusammenbäckt und verkrustet. Der Motor muß daher so gebaut sein, daß die Kanäle bequem gereinigt werden können, ohne daß der Motor auseinandergenommen und in seine einzelnen Teile zerlegt werden muß. Dieser Übelstand zeigt sich bei Motoren, deren Kühlkanäle gekrümmt sind.

Bei den mantelgekühlten AEG-Motoren sind daher die Luftkanäle (Bild 3) axial angeordnet, so daß durch eine an einer Stange angebrachte Bürste oder ein scharfes Blech der abgelagerte oder verkrustete Staub bequem entfernt werden kann. Er fällt entweder durch die Ventilatorflügel nach außen oder wird bei der Wiederinbetriebsetzung durch den Ventilator in der Pfeilrichtung wieder herausgetrieben.

Bild 3. Bequeme Reinigung der Kühlkanäle.

Erfahrungsgemäß wird diejenige Maschine am besten gepflegt, bei der die Reinigung die geringste Arbeit und Mühe verursacht.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

LHL (Linke-Hofmann-Lauchhammer)-Mitteilungen

Abraum-Verladebrücken für Braunkohlen-Tagebauten.

Schon vielfach ist das Bestreben hervorgetreten, eine Abraumverladebrücke zu bauen, welche den ganzen Tagebau überspannt und den über der Kohle abgebaggerten Abraum über den Kohlenbagger hin zur Halde bringt, sodaß durch deren Anwendung im Braunkohlenbergbau ganz wesentliche Vorteile erzielt werden könnten.

Jeder Bergmann kennt die Schwierigkeiten, die beim gewöhnlichen Abbau des Abraumes mit normalen Baggern unter Verwendung von Abraumzügen auftreten. In den meisten Fällen ist es gar nicht möglich, den Tagebau dort wieder anzufüllen, wo die Kohle eben ausgebaggert ist, weil die frisch angeschütteten Halden zu hoch werden und jeder Zugverkehr wegen der Gefahr des Abrutschens ausgeschlossen ist. Man ist deshalb vor einigen Jahren dazu übergegangen, den Abraum in bereits stillgelegten Tagebauten einzuschlämmen, die aber oft sehr weit abgelegen oder auch gar nicht vorhanden sind. Bei manchen Gruben sind sie 7—10 km weit von dem abzubauenden Feld entfernt und der Betrieb erfordert lange, teure Gleisanlagen, ein großes Lokomotiv- und Wagenmaterial und viele Arbeitskräfte. Alle diese Übelstände sind sofort behoben bei Anwendung einer Abraumverladebrücke.

Die von der Lauchhammer-Rheinmetall A.-G. konstruierte Brücke, deren Teile mehrfach zum Patent angemeldet sind, läuft mit der Hauptstütze auf Flur und mit einer Pendelstütze auf dem Liegenden unter der Kohle. Der neu aufgefahrene Abraum erhält dadurch keine Belastung und kann sehr hoch aufgeschüttet werden. An der Hauptstütze ist ein Bagger angebaut, der als Tiefbagger den Abraum über der Kohle abbaggert. Diese Anordnung braucht kein Zwischentransportglied vom Bagger zur Brücke. Durch entsprechendes Heben und Senken der Leiter ist man imstande, sich allen Unebenheiten der Kohlenoberfläche anzupassen. Ein weiterer Vorteil ist, daß sich die Brücke auf Flur ein Planum durch einen angebauten kleinen Hochbagger selbst schafft. Der Hochbagger ist in der Hauptstütze drehbar angeordnet. Das Ausschwenken der Eimerleiter kann nach jeder Seite hin um 60° erfolgen, sodaß stets weiter seitlich abgebaggert werden kann, als die Brückengleise reichen. Dadurch ist es möglich, das abzubauende Feld fast beliebig zu verbreitern.

Das Brückenfahrwerk ist an der Hauptstütze mit 32 und an der Pendelstütze mit 16 Laufrollen ausgerüstet, von denen die Hälfte angetrieben werden. Alle Räder sind durch Schwingen ausbalanciert, so daß der Druck aller Laufrollen einer Stütze gleich wird. Das Vortreiben der Brücke soll durch angebaute Gleisrückmaschinen geschehen; dazu sind die Schwingen im Fahrwerk mit Drehzapfen versehen, sodaß die beim Rücken entstehenden Kurven von der Brücke ohne große Spurkranzreibung genommen werden. Der Antrieb erfolgt durch 3 Fahrmotoren, von denen 2 die Hauptstütze und einer die Pendelstütze antreiben. Jede Stütze ist für sich unabhängig von der anderen Stütze verfahrbar, sodaß sich die Brücke in einem Winkel bis 57° zum Fahrgleis einstellen läßt. Es ist dadurch möglich, Gelände abzubauen, dessen Grenzen nicht parallel zueinander verlaufen. Auch der auf der Halde abzuschüttende Abraum kann gleichmäßig verteilt werden, weil man die Pendelstützen ebenfalls verfahren kann, ohne die Baggerarbeit zu unterbrechen.

Berichtigung: In dem Aufsatz „Gittermasten für elektrische Hochspannungen" in Nr. 25 sind die Abbildungen 1 und 3 miteinander zu vertauschen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" / D. R. P.
mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D. R. P.
Entöler
Vorwärmer
Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler

Bühring A.-G., Landsberg
Bez. Halle / Maschinenfabr.
Kesselschmiede-Apparateb.

ADRESSEN

aller Art von In- und Ausland
Robert Tessmer A.-G., Berlin C 21
Gegr. 1878 Wallstr. 16 Gegr. 1878

ARBEITS- UND BERUFSKLEIDUNG

kauft man am Besten in dem ältesten und größten Spezialgeschäft von
Kohnen & Jöring, Berlin O 27
Alexanderstr. 12.
Siehe ausführliche Anzeige in den VDI-Nachrichten

ARMATUREN

Dicker & Werneburg, G. m. b. H.
Halle / Saale

ARMATUREN

Sonderheiten Staufferbüchsen, Dochtöler, Federdruckbüchsen, Tropföler usw. Kleinöler für Fahrräder, Automobile usw. Helmöler, Drehöler, Klappöler, Trichterformöler, Stahl- u. Kugelöler
Wilhelm Lahr & Co.,
Metallwarenfabrik,
Zuffenhausen-Stuttgart

ARMATUREN

Ventile Schieber
für Satt- und Heißdampf
Wasser und Gase
Franz Seiffert & Co. A.-G.
Berlin C 19 Eberswalde

AUFWALZMASCHINEN

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

MSN

Aufzugswerke Nürnberg
M. Schmitt & Sohn
Schließfach 83
Gegründet 1861
München / Mannheim
Köln / Saarbrücken / Hannover
Hamburg / Berlin W / Essen
Frankfurt / Leipzig / Stuttgart

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme an 30000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge

Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik
ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

AUFZÜGE

Elektrische Aufzüge für Personen oder Lasten mit Seil- oder elektrischer Steuerung
Paternosteraufzüge für Personen

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Original Dreistern Aufzüge

Maschinenfabrik
Mühleissen m. b. H.
Elberfeld

AUFZÜGE, KRANE

Paternosteraufzüge

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

AUFZÜGE

in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe

Windscheid & Wendel
Eisengießerei und Maschinenfabrik
Düsseldorf-O.

B BANDSTAHL

für alle Verwendungszwecke
Erich Loewe, G. m. b. H., Berlin C 19

BENZINLAGERUNGEN

höchster Vollendung

Martini & Hüneke,
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft.
Berlin SW 48

BLECH-ROHRLEITUNGEN

Rohre und Formstücke
Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.
Berlin C 19 Eberswalde

BOHRFUTTER

„Deboga"
ist der Name für das beste Bohrfutter
D. R. P. u. A. P.
Ersparnis an jeder Bohrmaschine jährlich
80 Stundenlöhne
Wiederverkaufs-Angebote durch
DEUTSCHE BOHRFUTTER-GESELLSCHAFT m. b. H.
AUGSBURG • Bezirk 3

BRECHER „ZICK-ZACK"

Hammermühlen.
Wichtige Neuerungen.
Friedrich Haas
Lennep (Rhld.)

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D KREUSER-DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- u. Gesenkarbeiten.
Adolf Kreuser G. m. b. H., Hamm (Westf.)
Werkstattausführung: Wagner & C
Werkzeugmaschinenfabrik m. b.
Dortmund.

SICHERHEITS-DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS-VENTILE

System „Bühring" D. R. G. M.

Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar. Aus Vorrat lieferbar.

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Ha
Maschinenfabrik / Kesselschmie
Apparatebau

CLAASSEN-DAMPFMESSER

Dampfzähler, Ventile mit kombin. Dampfmesser, automatische Dr berücksichtigungen ohne Gelenke, eig. Patente. Ueber 1000 St. geliet.
In Niederdruck-Dampfmessern größter Umsatz Deutschlands.
Ernst Claassen & Co.
Berlin-Groß-Lichterfelde-Ost

DAMPFMESSER

Belastungsmesser in verschied Ausführungen,
Luftmengenmesser, Manometer
Wassermesser, Thermometer

J. C. Eckardt A.-G.
Stuttgart-Cannstatt

DAMPFMESSER

Wassermesser, Preßluftmesser
Gasmesser
mit und ohne Schreib- u. Zählwe
mit und ohne autom. Druckberich
Gehre-Dampfmesser-Gesellsch
Inh.: Dr. Martin Böhme
Berlin N 31. Brunnenstr. 156

DAMPFMESSER

Gasmesser, Luftmesser. Speise wassermes
anzeigend, registrier zählend.
Siemens & Halske A.-G. Wernerw
Siemensstadt bei Berlin

STABE-DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend, automat. Druckberücksichtigu
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365
in Hunderten von Ausführung geliefert für Dampfmaschin Dampfhämmer, Walzenzugmaschi Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R
Feodor Stabe Apparatebauanst
Berlin SO 26

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilungen der AEG

Der schwungradlose Arbeitsreglerantrieb für Scheren u. dergl.

Durch die Ausstattung eines, im Bereich 1 : 3 bis 1 : 4 regulierbaren Motors mit einem Arbeitsregler (DRP) wird eine derartige selbsttätige Geschwindigkeitsregulierung erzielt, daß damit der Arbeitsausgleich eines schweren Schwungrades in seiner Wirkung nicht nur ersetzt, sondern bei Werkzeugmaschinen mit länger anhaltender Arbeitsleistung, wesentlich übertroffen wird. Das Schwungrad mit seinen Lagern und mit der Einrückvorrichtung, die sonst zum Kuppeln des dauernd laufenden Schwungrades mit dem nur für jeden Arbeitsvorgang bewegten Werkzeugschlitten nötig ist, wird entbehrlich. Der Reguliermotor wird für jeden Arbeitsgang rasch und selbsttätig angelassen und ebenso wieder stillgebremst. Die Leerlaufverluste für den Motor (oder für die sonstige Antriebseinrichtung), für das Schwungrad und das Getriebe bis zur Kupplung fallen weg. Damit sinkt der Kraftverbrauch genau auf das Maß, das der geleisteten Nutzarbeit entspricht, während sonst meistens der größte Teil des Kraftverbrauchs auf die Leerlaufverluste entfällt.

Bild 1. Arbeitsregler-Tafelblechschere 20×2000 mm der Maschinenfabrik Schieß A.-G., Düsseldorf.

Bild 2. Arbeitsregler-Tafelblechschere der Berlin-Erfurter Maschinenfabrik Henry Pels & Co.

Der schwungradlose Antrieb sichert gleichzeitig gegen Überlastung sowohl der Maschine, als auch der Stromquelle. Er ermäßigt ferner die erforderliche Spitzenbelastung der Kraft-(Strom-)Quelle gegenüber dem gewöhnlichen Schwungradausgleich, weil die größte Kraftwirkung mit der geringsten Arbeitsgeschwindigkeit zusammenfällt[1])

Außer der Verminderung des Kraftverbrauches erzielt man mit dem Arbeitsreglerantrieb auch eine Abkürzung der Arbeitszeit. Zunächst dadurch, daß die Bedienung vorzugsweise durch Druckknöpfe geschieht, die an beliebiger Stelle und in beliebiger Anzahl vorgesehen sein können. Weiter dadurch, daß sich die Zeit je Arbeitsgang bei leichteren Arbeiten selbsttätig verkürzt und man in solchen Fällen auch nur mit Teilhüben arbeiten kann. Endlich hat man die Maschine in jedem Moment vollständig in der Hand, so daß der Schnitt beliebig unterbrochen und wieder fortgesetzt werden kann. Besondere Bedeutung hat dies beim Schneiden großer Blechtafeln. Dabei kann ein etwa falsch angesetzter oder verlaufender Schnitt sofort unterbrochen und richtiggestellt werden, während man bei einer Schwungradmaschine nach Einrücken der Kupplung tatenlos zusehen muß, wie in einem solchen Falle die Blechtafel verdorben wird. Bild 1 zeigt eine mit diesem Antrieb versehene Tafelblechschere der Maschinenfabrik Schieß A.-G., Düsseldorf, die in einem Berliner Eisenkonstruktionswerk arbeitet.

Die Schere schneidet Bleche bis 20 mm Dicke bei 2000 mm Länge und besitzt einen Motor von 8 PS bei 420 bis 1680 U p/min. Es sind zwei Druckknopftafeln vorgesehen, und zwar eine vorne links und eine rechts seitwärts. Jede Tafel hat Druckknöpfe für: „Rechtslauf", „Linkslauf", „Durchlauf", „Halt". Der Durchlaufdruckknopf ist mit einer Festhaltung versehen, so daß die Maschine nach Drücken dieses Knopfes einen Hub nach dem anderen ausführt, bis der Knopf ausgelöst wird. Dann bleibt die Maschine, ebenso wie nach Bewegung durch die anderen Knöpfe in der oberen Totpunktlage der Kurbelwelle, infolge des oben rechts befindlichen und von der Welle aus durch Klinken betätigten Grenzschalters stehen. Der Stillstand erfolgt durch die selbsttätige dynamische Motorbremsung sehr rasch. Die Druckknöpfe können gefühlsmäßig bedient werden. Fehlgriffe sind dabei unmöglich. Beim unmittelbaren Umsteuern des Motors schiebt sich selbsttätig die dynamische Bremsung ein. Wird der Haltknopf gedrückt, so erfolgt der Stillstand nach 4 bis 6 Motorumdrehungen, wenn dieser seine höchste Drehzahl hatte; sonst entsprechend weniger.

Gegengewichte zur Einhaltung der Stillstandlage sind bei diesem Antrieb nicht nötig und auch nicht vorhanden.

Bild 2 zeigt eine Tafelblechschere in Walzmaterialbauart der Berlin-Erfurter Maschinenfabrik Henry Pels & Co. mit dem gleichen Antrieb.

[1]) Näheres s. Z. d. VDI/1924, Heft 1 und 2.

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilungen der AEG

Werkzeug- und Oberflächenhärtung im elektrischen Salzbadofen, nach neueren Verfahren.

Für ein gutes Härteergebnis ist es Hauptbedingung, daß die erforderlichen Umwandlungstemperaturen mit den für die Erwärmung des Härtegutes benutzten Öfen auf das genaueste erreicht und beliebig lange Zeit eingehalten werden können. Eine weitere gleichwichtige Bedingung ist, daß die Erwärmung des Härtegutes vollkommen gleichmäßig erfolgt, da ungleichmäßige Erwärmung meist die Ursache für Materialspannungen und dadurch bedingten Härteausschuß durch Reißen des Härtegutes beim Abschrecken ist. Diesen Bedingungen entspricht in vollkommenster Weise der elektrische Salzbadofen der AEG.

Bei diesem Ofen wird, im Gegensatz zu den mit festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beheizten Öfen, die Wärme dem das Härtegut aufnehmenden Ofenraum nicht von außen in Form von Heizgasen zugeführt, sondern sie wird durch den Stromdurchgang durch die Salzschmelze innerhalb dieser unmittelbar erzeugt. Diese Schmelze dient gleichzeitig auch als Wärmeleitmittel.

Aus dieser Erwärmungsart, die in Bild 1 dargestellt ist, ergeben sich die Hauptvorzüge des elektrischen Salzbadofens: schnelle und außerordentlich gleichmäßige Erwärmung des Härtegutes, sichere Erreichung und beliebig lange Einhaltung auch der höchsten beim Härten von Schnellstahl erforderlichen Härtetemperaturen bis 1300 °C, sowie deren leichte Regelbarkeit, ferner große Sauberkeit, völlige Geräuschlosigkeit und Sicherheit des Betriebes. Da das Salzbad außerdem auch ein sehr guter Wärmespeicher ist und Temperaturschwankungen fortfallen, ist ein äußerst sicheres Arbeiten und sehr große Leistungsfähigkeit der Öfen gewährleistet.

Infolgedessen fand der elektrische Salzbadofen zuerst zum Härten von Werkzeugen, wie Fräsern, Bohrern, Scherenmessern, Matrizen, Drehstählen aus Schnellstahl und Kohlenstoffstahl Verwendung; außerdem auch zum Härten von anderen Stahlgegenständen, wie Spindeln für Spinnmaschinen, Federn, Magneten, Tisch- und Rasiermessern, Gesteinsbohrern und dergl., besonders wenn es sich um große Mengen handelt. Auch zum Härten von Bandstahl wird der Ofen benutzt, und zwar in der Weise, daß das Stahlband das Salzbad in ununterbrochener Folge durchläuft.

Außer zum Härten von Werkzeugen und Massengut aus Stahl wird der Ofen in neuerer Zeit mit Vorteil vielfach auch zur Oberflächenhärtung verwendet, d. h. zum Härten von Gegenständen aus an sich nicht härtbarem Eisen oder kohlenstoffarmem Stahl, dem infolgedessen von außen Kohlenstoff zugeführt werden muß. Dieses geschieht im elektrischen Salzbadofen nach verschiedenen Verfahren: neben der Anwendung besonderer Kohlungsmittel in Pastenform neuerdings hauptsächlich in der Weise, daß die Salzschmelze selbst als Kohlungsmittel dient, indem kohlenstoffhaltige Salze, z. B. Stickstoff-Kohlenstoffverbindungen verwendet werden. Bei diesem Verfahren werden die zu kohlenden Gegenstände unmittelbar in das Salzbad eingehängt, das bei bestimmten Temperaturen seinen Kohlenstoff an das Einsatzgut abgibt. Außer dem Fortfall besonderer Einsatzkästen besteht der Hauptvorteil dieses Verfahrens darin, daß infolge der schnellen und sehr gleichmäßigen Erwärmung nicht nur eine sehr rasche, sondern vor allem auch äußerst gleichmäßige Aufnahme des Kohlenstoffes durch das Einsatzgut stattfindet. Hierdurch wird erreicht, daß bei Unterbrechung des Kohlungsvorganges nach einer bestimmten Zeit, stets mit Sicherheit noch ein ungekohlter Kern in dem Härtegut verbleibt, so daß dieses bei glasharter Oberfläche eine gewisse Elastizität und Festigkeit behält, was in vielen Fällen von großer Wichtigkeit ist. Dieses Verfahren findet daher hauptsächlich Verwendung zur Oberflächenhärtung von Zapfen und Bolzen, Kettengliedern und anderen Gelenken, Gleitbahnen, Rollen und Hebeln, z. B. von Additions- und Schreibmaschinen, bei diesen auch der Typenhebel, ferner zur Oberflächenhärtung von Schraubenschlüsseln, Schraubenköpfen und Muttern, Kalibern und Lehren, Werkzeughaltern, Bohrfuttern, kleinen Zahnrädern, Haken und Ösen, Knöpfen und Schnallen, Nadeln verschiedener Art, Wagenpfannen und -balken sowie von den verschiedensten der Abnutzung durch Reibung unterworfenen Teilen an Näh- und Textilmaschinen, Fahrrädern usw., schließlich auch zum Härten von Feilen.

Bild 2 zeigt eine derartige Anlage mit 2 Öfen, von denen der eine zum Härten von Werkzeugen, der andere zur Oberflächenhärtung oder zum Härten von Massengut aus Kohlenstoffstahl dient.

Bild 1. Erwärmungsgrundsatz des elektrischen Salzbadofens.

Bild 2. AEG-Glüh- und Härteanlage mit zwei elektrisch geheizten Salzbadöfen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" / D.R.P.
mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D.R.P.

Entöler

Vorwärmer

Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler

Bühring A.-G., Landsberg
Bez. Halle / Maschinenfabr.
Kesselschmiede-Apparateb.

ADRESSEN

aller Art von In- und Ausland
Robert Tessmer A.-G., Berlin C 21
Gegr. 1878 Wallstr. 16 Gegr. 1878

ARBEITS- UND BERUFSKLEIDUNG

kauft man am Besten in dem ältesten und größten Spezialgeschäft von
Kohnen & Jöring, Berlin O 27
Alexanderstr. 12.
Siehe ausführliche Anzeige in den VDI-Nachrichten

ARMATUREN

Dicker & Werneburg, G. m. b. H.
Halle/Saale

ARMATUREN

Sonderheiten: Staufferbüchsen, Dochtöler, Federdruckbüchsen, Tropföler usw. Kleinöler für Fahrräder, Automobile usw. Helmöler, Drehöler, Klappöler, Trichterformöler, Stahl- u. Kugelöler
Wilhelm Lahr & Co.,
Metallwarenfabrik,
Zuffenhausen-Stuttgart

ARMATUREN

Ventile Schieber
für Satt- und Heißdampf Wasser und Gase
Franz Seiffert & Co. A.-G.
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme an 30000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge

Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik
ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

AUFWALZMASCHINEN

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

MSN

Aufzugswerke Nürnberg
M. Schmitt & Sohn
Schließfach 83
Gegründet 1861
München / Mannheim
Köln / Saarbrücken / Hannover
Hamburg / Berlin W / Essen
Frankfurt / Leipzig / Stuttgart

AUFZÜGE

Elektrische Aufzüge für Personen oder Lasten mit Seil- oder elektrischer Steuerung
Paternosteraufzüge für Personen

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Original-Dreistern-Aufzüge

Maschinenfabrik
Mühleissen m. b. H.
Elberfeld

AUFZÜGE, KRANE

Paternosteraufzüge

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

AUFZÜGE

in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe

Windscheid & Wendel
Eisengießerei und Maschinenfabrik
Düsseldorf-O.

B

BANDSTAHL

für alle Verwendungszwecke
Erich Loewe, G. m. b. H., Berlin C 19

BEHÄLTER

Lyra-Kompensatoren, Kessel, Kondensatormäntel, Rohrschlangen, Unterstützungen, Vorwärmer, Wasserabscheider, Montagen im In- und Auslande durch
E. Otto Dietrich
Rohrleitungsbau-A.-G. Bitterfeld
Berlin-Wilmersdorf. Babelsbergerstr. 7
Eigenes Röhrenwerk.

BENZINLAGERUNGEN

höchster Vollendung

Martini & Hüneke,
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft.
Berlin SW 48

BIEGSAME WELLEN

Armaturen dazu, Kesselrohrreiniger
Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-W. Steglitzerstr. 21D

BLECH-ROHRLEITUNGEN

Rohre und Formstücke
Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.
Berlin C 19 Eberswalde

BOHRFUTTER

„Deboga"
das beste Bohrfutter der Welt
erspart bei jeder Bohrmaschine jährlich
80 Stundenlöhne
und verbürgt einen absolut einwandfreien Bohrbetrieb
Verkaufsartikel
DEUTSCHE BOHRFUTTER-GESELLSCHAFT m. b. H.
AUGSBURG ∗ Bezirk 3

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

KREUSER-DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- u. Gesenkarbeiten.
Adolf Kreuser G. m. b. H., Hamm (Westf.)
Werkstattausführung: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

SICHERHEITS-DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS-VENTILE

System „Bühring" D. R. G. M.

Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar.
Aus Vorrat lieferbar.

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle
Maschinenfabrik / Kesselschmiede
Apparatebau

CLAASSEN-DAMPFMESSER

Dampfzähler, Ventile mit kombiniert. Dampfmesser, automatische Druckberücksichtigungen ohne Gelenke, nur eig. Patente. Ueber 1000 St. geliefert. In Niederdruck-Dampfmessern größter Umsatz Deutschlands.
Ernst Claassen & Co.
Berlin-Groß-Lichterfelde-Ost

DAMPFMESSER

Wassermesser, Preßluftmesser, Gasmesser
mit und ohne Schreib- u. Zählwerk; mit und ohne autom. Druckberichtig.
Gehre-Dampfmesser-Gesellschaft
Inh.: Dr. Martin Böhme
Berlin N 31. Brunnenstr. 156

DAMPFMESSER

Gasmesser, Luftmesser. Speisewassermesser
anzeigend, zählend, registrierend
Siemens & Halske A.-G. Wernerwerk
Siemensstadt bei Berlin

STABE-DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend, mit automat. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365328
in Hunderten von Ausführungen geliefert für Dampfmaschinen, Dampfhämmer, Walzenzugmaschinen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R 24
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

LHL (Linke-Hofmann-Lauchhammer)-Mitteilungen

LHL-Steilrohrkessel. (Bauart Dr. Wirmer.) D. R. P. a.

Für das einwandfreie Arbeiten eines Hochleistungs-essels ist ein guter Wasserumlauf von entscheidender Beeutung, da bei der noch immer fortschreitenden Steigerung owohl der Dampfdrücke als auch der Heizflächen-Belastunen solcher Kessel eine wirksame Schonung des Materials ur durch intensive Kühlung der hochbelasteten Heizflächen nd möglichst vollkommenen Temperaturausgleich gesichert rerden kann.

Auf Grund eingehender Studien und Versuche über den Vasserkreislauf in Steilrohrkesseln ist der neue LHL-Steilohrkessel Bauart Dr. Wirmer D. R. P. a. entstanden.

Er weist zwei Rohrbündel, aber nur drei Trommeln auf, ie durch außergewöhnlich reichliche Querschnitte miteinander verbunden sind. Das Kennzeichnende ist aber die Durchführung des Hauptwasserumlaufes durch den hinteren ühl gelagerten Teil des zweiten Bündels.

Der Wasserumlauf wird bekanntlich durch Dampfildung in den Fallrohren stark beeinflußt, da der aufeigende Dampf und das abwärts fließende Wasser sich örend entgegenwirken. Bei einem Kessel ist also auf Verinderung von Dampfbildung in den Fallrohren allergrößtes ewicht zu legen, da hierdurch Verluste an der für den asserumlauf maßgebenden Fallrohrdruckhöhe bedingt nd. Gleichzeitig sind die inneren Widerstände des Kessels ankbar klein auszugestalten. Das läßt sich dadurch erichen, daß nicht, wie vielfach üblich, zwei Untertrommeln it dazwischenliegenden Verbindungsrohren angeordnet wern, sondern das zweite Bündel unmittelbar mit dem vorren in einen gemeinsamen Unterkessel führt. Derartig ausbildete Kessel weisen dann nur zweimal Einström-Behleunigungs- und Ausströmverluste auf.

Dampfbildung und Verluste an wirksamer Druckhöhe in m Fallrohrbündel sind bei dem neuen LHL-Steilrohrkessel adurch verhindert, daß im hinteren Oberkessel eine gechte Scheidewand vorgesehen ist, die über den Wasseriegel hinausragt. Durch diese Unterteilung des Oberssels wird das in die hintere Abteilung, den sog. Mischum, eingespeiste Wasser völlig zusammengehalten für die nf Fallrohrreihen im letzten Zuge, die also so kühl wie öglich liegen. Diesem Speisewasser mischt sich durch die rchlöcherte Scheidewand das im vorderen Bündel gerderte Umlaufwasser zu, so daß der Wasserbedarf dieser ohrreihen unter allen Umständen völlig gedeckt wird.

Die Temperatur der hinter der Scheidewand entstehenn Mischung ist bei den großen umlaufenden Wassermengen nur etwa 2—3° niedriger als die Siedetemperatur des Kesselwassers, so daß unzulässige Spannungen durch verschiedene Temperaturen ausgeschlossen sind. Andererseits ist der Wärmeinhalt der Heizgase bei Eintritt in den letzten Zug nur noch so groß, daß er gerade ausreicht, dem umlaufenden Wasser die noch fehlende Flüssigkeitswärme zuzuführen. Eine Dampfbildung ist also unter üblichen Verhältnissen in diesen Rohrreihen völlig ausgeschlossen.

Der Querschnitt des kühl gelagerten Teiles des hinteren Bündels hat die außergewöhnliche Höhe von 70 vH des Querschnittes vom Hochleistungssteigrohrbündel, so daß der innere Widerstand des Kessels auch dadurch bemerkenswert gering wird.

Der Kessel ist aus diesem Grunde besonders für stärkste Belastungen geeignet, da die hochbeanspruchten Heizflächen auf alle Fälle mit genügenden Mengen frischen Umlaufwassers gekühlt werden, und die Abführung des erzeugten Dampfes bei den großen Umlaufgeschwindigkeiten immer gewährleistet ist. Die bei vielen Kesseln bei hohen Belastungen auftretende Störung, ja sogar Umkehrung des Wasserkreislaufes ist durch die zweckmäßige Anordnung der Hauptfallrohre im Gegensatz zu sonstigen Ausführungen wirksam vermieden.

Um auch den so wichtigen Rücklauf des geförderten Wassers zum hinteren Oberkessel tunlichst zu erleichtern, sind die Wasserräume der beiden Obertrommeln durch fünf über die ganze Kesselbreite gehende Rohrreihen miteinander verbunden. Die Wasserspiegeldifferenz ist also hier sehr gering im Gegensatz zu anderen Kesselbauarten, bei denen dieser Frage vielfach nicht die ihr gebührende Aufmerksamkeit zuteil wurde.

Die Abfuhr des erzeugten Dampfes aus den Oberkesseln geschieht durch sehr reichliche, im Scheitel der Trommeln angebrachte Querschnitte.

Besonderes Augenmerk ist auf größte Elastizität des ganzen Systems, vor allem aber des hochbelasteten vorderen Bündels gelegt worden; sämtliche Rohre sind mit dem sehr reichlichen Radius von 1400 mm gebogen. Die Rohre beider Bündel sind leicht auswechselbar und einzeln zugänglich. Ein hoher, weiter Verbrennungsraum gewährleistet restloses Ausbrennen der Verbrennungsgase. Als weiterer Vorzug des bemerkenswert einfachen Kessels ist noch seine kurze, übersichtliche Bauart anzuführen, durch die an bebauter Grundfläche und damit an Kesselhauskosten erheblich gespart wird.

EISLIEG

MODERNE SPEZIALWAGEN

Die immer größer werdenden Anforderungen, die mit dem Fortschreiten der Technik nicht in letzter Linie an das Verkehrswesen gestellt werden, erfordern auch auf diesem Gebiete eine immer weitergehende Anpassung an diese Entwicklung.

Die Waggon-Fabrik A. G., Uerdingen (Niederrhein) (Gesellschafterwerk der Eislieg, Charlottenburg), hat es sich stets auf allen Gebieten des Waggonbaues angelegen sein lassen, diesen Verhältnissen Rechnung zu tragen und darüber hinaus überall da bahnbrechend zu sein, wo es gilt, den Betrieb wirtschaftlicher zu gestalten, sei es durch Anpassung an die jeweiligen Betriebsverhältnisse und die damit verbundene Hebung der Produktion, sei es zur Verminderung der unproduktiven Löhne, sei es zur Schonung des Wagenmaterials oder aber auch zur größeren Sicherheit des Verkehrs überhaupt usw. Es ist dadurch erklärlich, daß die von der Waggon-Fabrik A. G. Uerdingen herausgebrachten Konstruktionen und Erfindungen überall guten Anklang finden. Weithin bekannt sind z. B. die Uerdinger ,,Ringfedern" und ,,Reibungspuffer", die in allen Weltteilen geradezu Bewunderung wegen ihrer außergewöhnlichen Leistungen hervorrufen.

Auch auf der Eisenbahn-Technischen-Woche in Berlin-Seddin ist die Waggon-Fabrik A. G. Uerdingen (Niederrhein) mit verschiedenen Neuerungen in Spezialgüterwagen und anderen in das Fach des Verkehrs schlagenden Artikeln — auch mit Ringfedern und Reibungspuffern — vertreten.

Hier ist zunächst zu erwähnen der auf Stand Nr. 108 aufgestellte **Großgüterwagen D. R. P.** Dieser ist ein Sattelwagen mit festen Satteln und ebensolchen Stirnwänden. Er faßt 64 cbm und kann 50 t Kohle bzw. 40 t Koks aufnehmen. Die Seitenwände enthalten je 2 nach außen schwingende Klappen, die durch einen Hebelmechanismus derart betätigt werden, daß sie einerseits durch denselben geöffnet und in geöffnetem Zustand gehalten, andererseits aber auch durch denselben nachträglich geschlossen werden. Die Länge des Kastens beträgt 11050 mm und die Länge über Puffer 12370 mm, seine Höhe 3530 mm und seine Breite 2800 mm licht. Der Wagen ruht auf 4 Achsen, die als Lenkachsen in einem steifen Rahmen gelagert und deren Federn durch Längs- bzw. Querausgleich derart ausgeglichen sind, daß eine ideelle Dreipunkte-Auflage geschaffen wird. Das Gewicht des Wagens beträgt ca. 23000 kg. Der Wagen ist mit Kunze-Knorrbremse, Mittelpufferkupplung Bauart Willison und Uerdinger Ringfederpuffern ausgestattet.

Eine andere Bauart, welche bereits auf der Kölner Messe zur Ausstellung gebracht war, gestattet die Verwendung des Wagens infolge des aufklappbaren Sattels entweder als sogenannten Flachboden-Kolliwagen oder aber als Selbstentlader. Der Großgüterwagen zeichnet sich durch rationelle Arbeitsweise, einfache Bedienung und ruhigen Lauf aus.

Abb. 1
Vierachsiger Groß-Güterwagen

Weiterhin ist auf Stand Nr. 140 ein neuer **Kohlenstaubkübelwagen D. R. P. a.** zur Ausstellung gebracht. Die Eigenschaft des Kohlenstaubes, nach längerem Rütteln eine konsistente Beschaffenheit aufzunehmen, läßt die Beförderung bzw. Entladung des Kohlenstaubes in Kübeln ganz besonders geeignet erscheinen.

Auf zwei kurzgekuppelten zweiachsigen Fahrzeugen sind je 3 viereckige Kübel gelagert, welche nach unten zu divergieren. Die Kübel sind vollständig geschlossen, in den Ecken gut abgerundet, oben mit 2 Mannlöchern und unten mit Klappen versehen. Die Klappen hängen mittels Hebeln und Ketten an Hubstangen, welche oben aus dem Kübel heraustreten und die Ösen für das Anhängen der Krankette tragen. An dieser Hebestange sind außerdem noch Rührarme angeordnet, welche bei Bewegung der Stange das Gut auflockern. Der Kübel wird durch die Mannlöcher auf die übliche Art beladen und alsdann vom Kran auf die Wagen gesetzt. Soll der Kübel entladen werden, so faßt die Krankette die oberen

Kranösen, zieht dabei die Stange mit den Rührarmen und den Ketten nach oben, wobei das Gut aufgelockert wird. Alsdann wird der Kübel auf den Bunkermund aufgesetzt und die Krankette freigelassen, wodurch die unteren Klappen nach unten fallen und hierbei die Ketten wie auch die Rührarme nach unten reißen, so daß das Material mit Sicherheit entladen wird, da durch die nach unten divergierende Kübelform dem Material jeder Halt genommen wird, und die Größe der unteren Öffnung eine Brückenbildung nicht gestattet. Dieser Wagen ist mit nicht durchgehender Zugvorrichtung und Ringfederpuffern ausgerüstet.

Schließlich sei erwähnt ein bedeckter Güterwagen, der durch einfache Mittel zu einem vollkommen wärmedichten **Kühlwagen D. R. P. a.** umgearbeitet wurde. Zu diesem Zwecke wurde der Wagen an der Schiebetüröffnung mit Klapptüren versehen und die Seitenwände durch Diagonalbänder gut ausgesteift. Hierauf erhielt der Wagen einen Wandbelag aus Torfoleumplatten, welche von innen durch eine Wand von gespritztem Beton (Torkret) eingehüllt werden. In gleicher Weise wurden auch die Türen behandelt. Der Vorteil dieser Wärmedichtung besteht einmal in dem durch den Beton bewirkten vollständigen Luftabschluß, zum zweiten in

Abb. 2
Kurzgekuppelter Kohlenstaubkübelwagen mit 6 Kübeln, je 9,5 cbm Inhalt

der einfachen Herstellung und zum dritten in dem Kältespeicher, den der Beton bietet. Ein besonderer Vorteil liegt aber auch in der Möglichkeit, den Wagen mit einfachen Mitteln sauber und geruchsfrei zu erhalten. Selbstverständlich läßt sich dieses Prinzip nicht nur für Umbauwagen der ausgestellten Art, sondern mit gleichem Vorteil auch für Neubauten zur Anwendung bringen. Die Länge des Wagens über Puffer beträgt 9300 mm, Kastenlänge 8000 mm, Breite 2750 mm und die Höhe 3495 mm. — Der Wagen ist auf Stand Nr. 135 zu besichtigen. — Selbstverständlich besitzt die Waggon-Fabrik A. G. Uerdingen (Niederrhein) auch im Neubau von Kühlwagen langjährige Erfahrungen und betreibt gerade die Fabrikation dieser Wagentype für alle Beförderungszwecke — für Bier, Fleisch, Milch, Butter, Bananen und andere Früchte. Für den Biertransport hat sie neuerdings auch einen zum Patent angemeldeten Spezialwagen herausgebracht, der mit ganz eisernem Gerippe und besonders starken Stirnwänden sämtliche

Als dritte Neuheit ist der **Trichterwagen mit Abelsscher Schwenkwand D.R.P.**, ausgestellt auf Stand Nr. 129, zu bezeichnen. Derselbe ist ein Bodenentleerer für backendes bzw. schwer zu entladendes Gut und faßt 21 cbm. Die Länge des Wagens über Puffer ist 8100 mm, Kastenlänge 4520 mm, Breite 2900 mm und Wagenhöhe 3250 mm. Bemerkenswert an diesem Wagen ist die Unterteilung des inneren Raumes durch eine schwingende Wand, welche an einer horizontal in der Längsrichtung des Wagens liegenden Achse aufgehangen ist. Diese Wand schafft einen nach unten zu divergierenden Raum von trapezförmigem Querschnitt und einen Dreiecksraum, dessen Spitze nach unten liegt. Werden die Bodenklappen nun geöffnet, so fällt das Gut aus der nach unten zu divergierenden Kammer ohne weiteres heraus, da keinerlei Bewegungswiderstände vorhanden sind und die Öffnung nach unten zu so groß ist, daß eine Brückenbildung nicht stattfinden kann. Alsdann löst man die Vorrichtung, welche die Wand in der ursprünglichen

Abb. 3
Bodenentleerer mit schwenkbarer Zwischenwand

Stellung hält. Durch den Druck des noch im Wagen befindlichen Ladegutes bzw. die eigene Schwere pendelt die Klappe nach der Mitte zu aus, wodurch dem noch restlichen Ladegut jeder Halt genommen wird. Dasselbe muß daher vollständig entladen. Der Wagen ist mit normaler Zugvorrichtung, Uerdinger Ringfederpuffern und Handspindelbremse mit Luftdruckleitung ausgerüstet.

Stöße, denen die Bierwagen in ganz hervorragendem Maße ausgesetzt sind, auffängt. Auch die Bauart dieses Wagens ist den besonderen Verhältnissen für die Verladung von Bierfässern angepaßt.

Ganz besonderes Interesse dürften die in der Halle auf einen Rungenwagen montierten Vorrichtungen und zwar 1 Fallhammerwerk und 1 Federprüfstand finden.

Durch diese Maschinen wird den Interessenten der große Unterschied, der zwischen der arbeitsverzehrenden Wirkung des Reibungspuffers und der Ringfeder einerseits, und der die Kraft zurückgebenden alten Feder andererseits besteht, veranschaulicht. Betr. der Reibungspuffer und Ringfedern selbst wird auf die an anderer Stelle befindlichen Abhandlungen, sowie auf die Prospekte der „Ringfeder" G. m. b. H. Uerdingen, welche als Tochtergesellschaft der Waggon-Fabrik A. G. Uerdingen (Rhein) den alleinigen Vertrieb dieser Puffer in Händen hat, hingewiesen.

Auf der Ausstellung wird ferner noch das Holzmodell eines neuen **Prellbocks** gezeigt. Dieser Prellbock fußt auf dem Prinzip der Arbeitsvernichtung durch unelastische Deformation. 1 ccm handelsüblichen Flußeisens vermag durch unelastische Deformation rd 6 mkg Arbeit aufzunehmen. Um nun z. B. die lenbige Kraft eines Zuges von 700 000 kg Gewicht bei 25 km Stundengeschwindigkeit (7 m sekundlich) zu vernichten, bedarf es einer Arbeit von $\frac{700\,000 \cdot 49}{2 \cdot 10} = 1\,715\,000$ mkg. Dies entspricht einem Materialaufwand von 1 715 000 : 6 = 286 000 ccm. Die Deformierung des Materials erfolgt in einfachster Weise durch das Zusammenstauchen von Flußeisenzylindern auf einen kleineren Durchmesser, für welchen die vorhandene Dehnung des Materials vollkommen ausgenutzt ist. Dies geschieht sehr einfach, indem diese Zylinder durch ein konisches Rohr gepreßt werden, wie aus dem Modell ersichtlich. Hierbei entsteht eine namhafte Reibung, so daß für den angenommenen Arbeitsaufwand die Materialmenge entsprechend kleiner sein kann. Um nun auch die tagtäglich vorkommenden kleineren Stöße elastisch aufnehmen zu können, ist den Deformationsringen eine Ringfeder vorgeschaltet, welche in bekannter Art und Weise arbeitet. Die weiteren Konstruktionseinzelheiten, wie Lagerung und Abstützung der Druckzylinder, gehen aus der Zeichnung hervor.

Als letztes sei die **veränderlich abgefederte Wiege für Drehgestelle** erwähnt. Das federnde Organ dieser Vorrichtung besteht aus einer an sich bekannten Blattfederart, welche in 2 Punkten unterstützt und in 2 Punkten belastet wird. Der Mittelteil dieser Feder stellt einen idealen Träger gleicher Festigkeit dar. Die Feder an sich ist in bezug auf Wirkungsweise und gleichmäßige Beanspruchung jeder anderen Blattfederart überlegen. Sie ist bei zentrischer Belastung weich, bei exzentrischer Belastung hingegen dreimal härter, so daß sie bei der Wiegeabfederung eine weiche Abfederung des Kastens gestattet, jedoch ein übermäßiges Schrägstellen desselben verhindert. Die Lagerung des Kastens auf der Feder erfolgt durch Stützpendel, deren wirksamer Hebelarm sich je nach der Durchbiegung der Feder derart ändert, daß die Federung bei leerem Wagen weich und mit zunehmender Belastung härter wird. Dieser Zustand ist erwünscht, da er in jedem Belastungszustand eine möglichst gleichmäßige Abfederung gewährleistet. Diese Feder hängt in Kettengehängen, die ihrerseits wiederum mit den Stützpendeln in Verbindung stehen, wodurch die Seitenschwingungen gedämpft werden.

Abb. 4
Kühlwagen für Fleischtransport

Alles in allem kann wohl gesagt werden, daß an den enormen Fortschritten, die das Eisenbahnwesen seit Beendigung des Krieges erfahren hat, die Waggon-Fabrik A. G. Uerdingen einen recht beträchtlichen Anteil hat. Was von den Güterwagen gilt, gilt in mindestens dem gleichen Maße auch von den Personenwagen, auf die jedoch in Einzelheiten hier nicht mehr eingegangen werden kann. Mögen all diese Errungenschaften mit dazu beitragen, unser Wirtschaftsleben wieder zu heben und unser deutsches Vaterland auf die frühere Höhe und zum alten Ansehen zurückzubringen.

SCHLAFWAGEN D.R.P.Nr.330168 DER FIRMA WEGMANN & Co. zu CASSEL

(GESELLSCHAFTERWERK DER EISENBAHN-LIEFERGEMEINSCHAFT CHARLOTTENBURG 2, KANTSTRASSE 10)

Längsschnitt und Aussenansicht (Fig. 1)

Querschnitt (Fig. 2)

EISLIEG

Grundriss des Wagenkastens (Fig. 3)

Der Bau dieses neuartigen Schlafwagens wurde durch die Erfahrung veranlaßt, daß Einzelkabinen sich einer bedeutend größeren Beliebtheit erfreuen als solche für mehrere Personen. Um die Rentabilität sicherzustellen, galt es daher, eine Lösung zu finden, bei welcher ohne nennenswerte Wagenvergrößerung die gleiche Bettenzahl wie bisher in Einzelkabinen untergebracht werden konnte.

Die heute im Verkehr befindlichen Wagen enthalten durchweg 20 Betten 2. Kl. in 10 Abteilen, Dienerraum und Aborte bei einer Grundrißgröße von 20200/2855 mm. Der jetzige Wagen dagegen enthält in 18 Abteilen 14 Betten 2. Kl. und 4 Betten 1. Kl., außerdem 4 Tagesräume zum Einnehmen des Frühstücks, Dienerraum in der Mitte des Wagens und Aborte. Die Praxis hat gezeigt, daß in den jetzigen Schlafwagen mit 20 Betten wenigstens 4 Reisende Bettkarten 1. Kl. benutzen. Da jeder Reisende 1. Klasse ein Abteil für sich hat, werden dadurch 4 Betten unbrauchbar, so daß nur 16 Betten zur Verfügung stehen, also die eigentliche Bettenzahl noch geringer ist als in unserem patentierten Wagen. Die Abteile 1. Klasse befinden sich seitlich des Mittelganges. Auf der andern Seite sind die Abteile 2. Klasse untergebracht, deren Betten hochgelegt sind (Fig. 2) und über den Mittelgang hinweggehen. Die Grundrißgröße des Wagenkastens beträgt 22 200 / 2870 mm. Die Abteile 2. Kl. sind jederzeit als Tagesräume benutzbar, während die Betten in der 1. Kl. durch ein paar einfache Handgriffe in Sitzplätze für den Gebrauch bei Tage hergerichtet werden können. Jedes Abteil besitzt besondere Waschgelegenheit. Der Wagenkasten ist entsprechend dem des eisernen D-Zugwagens durchgebildet. **Dieser Wagen wird von der Mitropa in Dienst gestellt.**

Der in Fig. 4 abgebildete, offene 20-t-**Güterwagen „Bauart Wegmann & Co."** stellt ebenfalls eine Neukonstruktion dar, und zwar war die Veranlassung hierzu der Mangel an geeigneten Transportmitteln für den Massengüterverkehr wie Steine, Erden und Kohlen etc.

Die Größe des Wagenkastens ist dieselbe geblieben wie bisher. Durch grundlegende Änderung und Vereinfachung der Konstruktion des Untergestelles (Verwendung von 4 Langträgern statt 2, dementsprechend Verwendung schwächerer Profile und Fortfall der Stoßstreben sowie der Konsolen für die Seitenwandunterstützung) wurde nicht nur eine bedeutend erhöhte Stabilität gegenüber der jetzigen Bauart erzielt, sondern es wurde außerdem auch noch das Wagengewicht verringert. Bei der jetzt gebräuchlichen Konstruktion des Kastens hat sich gezeigt, daß bei starken Rangierstößen sich die Türen selbsttätig öffnen und dadurch das Ladegut herausfällt. Durch die hier durchgeführte Ausbildung der Wagenseitenwände zu Gitterträgern mit Verstrebung wurden dieselben derart verstärkt, daß ein Ausbiegen der Wände und somit ein Aufgehen des Türverschlusses bei starken Stößen nicht mehr vorkommt.

Fig. 4. Ansicht des 20-t-Güterwagens „Bauart Wegmann & Co."

'AGGONFABRIK L. STEINFURT A.-G., KÖNIGSBERG PR.

Großgüterwagen.

Von den seitens der Reichseisenbahn beschafften oßgüterwagen sind 20 Stück von je 50 t Ladegewicht ch eigenen Patenten und obenstehender Abbildung . 1 von obiger Firma zur Ausführung gelangt. Die agen sind als Flachboden-Selbstentlader ausgeführt, nnen also nach Bedarf als Flachbodenwagen zur Beför-rung von Stückgütern oder als Selbstentladewagen t aufgerichtetem Sattel zur Beförderung von Schütt-tern verwendet werden. Durch Anordnung großer pezförmiger Seitenklappen ist für restlose Entladung ch bei schwer gleitenden Schüttgütern Sorge getragen. lbstverständlich ist es auch möglich, den Wagen als nen Sattelwagen nur für Schüttgüter zu bauen. Man rwendet alsdann zweckmäßig einen gebrochenen Sattel ter 45 bezw. 60° Neigung unter Fortfall der Drehtüren den Seitenklappen. Die Wagen sind mit Kunze-Knorr-emse und Scharfenberg-Kupplung, welche aus dem gen Werk hervorgegangen ist, versehen.

Besonders verdient hervorgehoben zu werden die enartige Anordnung der Achsen unter dem Wagen. i Verwendung von Drehgestellen wird die Totlast des agens zu sehr erhöht. Andererseits ergibt die Anordnung facher Lenkachsen für das Durchfahren kleinerer rven von 50 m Radius, wie sie in Anschlußgleisen nach rken hin vielfach vorkommen, Schwierigkeiten. Auch Befahren von unversenkten Schiebebühnen bringt bei llen Auflaufzungen infolge der verschiedenen Belastung Achsen Schwierigkeiten mit sich. Es wurden deshalb ıkgestelle zur Anwendung gebracht, ein Mittelding ischen Drehgestell und Lenkachsen. Die Achsen sind ırweise durch Lenkrahmen miteinander verbunden, aus Abbildung Nr. 2 hervorgeht, und zwar derart, daß ı das Lenkgestell bei der Einfahrt in Kurven nach einem allelogramm verschieben kann. Dadurch wird der Widerstand der Achsen beim Befahren von Kurven wesentlich verringert und es ist möglich, mit derartigen Wagen erheblich kleinere Kurven als mit gewöhnlichen Lenkachswagen zu befahren.

Weiter bietet die Anordnung der Lenkrahmen die Möglichkeit, statt einzelner Federn über jeder Achsbuchse zwischen je zwei Achsbuchsen eine Tragfeder und zwar umgekehrt, wie üblich, sodaß also die Mitte der Feder mit dem Federbund nach oben zeigt, anzuordnen. Statt des Zapfens ist am Federbund eine Kugelpfanne angeordnet und der Wagenkasten ruht mittels dieser Kugelpfannen auf den Tragfedern und Lenkgestellen. Dadurch ist eine gleichmäßige Verteilung der Lasten in der Längsrichtung ohne besondere Ausgleichsgestänge erzielt.

Für verhältnismäßig kurze Wagen, wie diese Großgüterwagen, kann jedenfalls die Anordnung von Lenkgestellen statt Drehgestellen bezw. Lenkachsen wegen ihrer besonderen Vorzüge warm empfohlen werden.

Die an den Wagen angebrachte Scharfenberg-Kupplung ist in langjähriger Arbeit in der Waggonfabrik Steinfurt entstanden und hat von hier aus zunächst ihre Einführung bei einer großen Anzahl hauptsächlich ostdeutscher Kleinbahnen gefunden und ist nach eingehenden Versuchen bei der Reichsbahn nunmehr neben der Willison-Kupplung, einer amerikanischen Erfindung, bei den Großgüterwagen zur Einführung gelangt. Auf Grund der Betriebserfahrungen, welche mit der Scharfenberg-Kupplung vorliegen, unterliegt es keinem Zweifel, daß dieselbe sich auch für die Hauptbahn aufs beste bewähren wird.

Kürzlich in Seddin angestellte Versuche ergaben ausnahmslos ein absolut einwandfreies Arbeiten der Kupplung, während bei der Willison-Kupplung nur bei etwa der Hälfte der vorgenommenen Rangierbewegungen ein sicheres Kuppeln erzielt werden konnte.

NEUE WEGE ZUM ABDICHTEN VON KOLBENSTANGEN.

Mitteilungen der Greiserwerke G. m. b. H., Hannover.

Die Anforderungen, welche heute an die Stopfbüchsenpackungen der Kolbenmaschinen gestellt werden, sind insbesondere bei Dampfmaschinen und Lokomotiven durch Verwendung von hoch überhitztem Dampf und hohen Drücken sehr groß.

Wenn schon in früherer Zeit auf die Verpackung der Kolbenstangen Wert gelegt wurde, so ist dies heute bei der großen Beanspruchung unbedingt angebracht, da sich Weichpackungen nicht mehr verwenden ließen. Man ging zur Verwendung von Dichtungsringen verschiedener Konstruktion aus Komposition über, die oft nicht den Temperaturen standhielten und nicht genügend Widerstand gegen Abnutzung boten und daher des öfteren ersetzt werden mußten.

Für hochüberhitzten Dampf konnten die bisher üblichen Weich- und Metallpackungen nicht mehr Verwendung finden.

Als widerstandsfähige Abdichtung wurde nun die gußeiserne Kammerdichtung eingeführt. Diese Abdichtung hat allen Anforderungen vorzüglich Stand gehalten.

Für die höchste Überhitzung geeignet, zeigte diese Packung einen derartig geringen Verschleiß, daß man von einer dauernden Abdichtung sprechen kann. Kolbenstange und gußeiserne Ringe schleifen sich spiegelblank ein, die Stange hat einen fast reibungslosen Gang innerhalb der Abdichtung, so daß diese Abdichtung nicht mehr, wie bei den bisher üblichen Stopfbüchsen-Packungen, als Bremse mit hohem Kraftverbrauch wirkt.

Schon in den Jahren vor dem Kriege lieferten die Greiserwerke G. m. b. H. in Hannover gußeiserne Dichtungsringe für Dampfmaschinen. Diese Ringe arbeiten heute noch so vorzüglich wie am Anfang.

Inzwischen sind nun die gußeisernen Kammerdichtungen der Greiserwerke derartig verbessert, daß diese Abdichtung wohl für Dampfmaschinen mit Sattdampf und überhitztem Dampf bis zur höchsten Dampfspannung als das Vollkommenste betr. Abdichtung der Stopfbüchsen bezeichnet werden kann. Zahlreiche Heißdampf-Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn und auch Privateisenbahngesellschaften sowie auch stationäre Dampfmaschinen sind mit dieser Abdichtung ausgestattet.

Aus nebenstehender Skizze ist die Konstruktion der Packung zu ersehen und sind die Greiserwerke, Hannover, gern bereit, Interessenten nähere Auskunft über diese Abdichtung zu erteilen.

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilung der AEG

Die Bedeutung der Kesselspeisung in Kraftzentralen.

Von den Speisevorrichtungen hängt die Sicherheit einer Dampfkraftanlage ab. Mehr als jede andere Einrichtung ist deshalb die Kesselspeisepumpe im Hinblick auf unbedingte Betriebssicherheit und auf schnelle Auswechselung schadhaft gewordener Teile durchzubilden.

Bild 1. Kesselspeisepumpe.

Bemerkenswert ist eine Konstruktion der AEG, welche die Kesselspeisepumpe mit Dampfturbinenantrieb ausgebildet hat (Bild 1). Man findet hier wieder die auch bei großen Dampfturbinen bewährte Dreilagerkonstruktion, eine Schnellschlußvorrichtung an der Dampfturbine, durch die ein Überschreiten der Drehzahl und ein Durchgehen der Maschine mit Sicherheit verhindert wird, und eine Regulierung, welche so arbeitet, daß bei Überschreitung des Normalwasserdruckes die Eintrittsdüsen der Turbine geschlossen werden. Die Pumpe selbst ist durch den Turbinenantrieb vollkommen unabhängig von den Schwankungen und Störungen des elektrischen Netzes; die Antriebs-Dampfturbine selbst ist so reichlich bemessen, daß durch Öffnen eines Zusatzventiles von Hand auch schon bei ganz geringen Kesseldrücken angefahren und gespeist werden kann.

An der Ausführung der Pumpe ist bemerkenswert, daß sie mit einem doppelt beaufschlagten Rade zur Vermeidung von Axialschüben versehen ist, und daß auch der Leitapparat, der das Laufrad umschließt und im Pumpengehäuse sitzt, so ausgebildet ist, daß bei etwaigen Ungleichmäßigkeiten in der Ausbildung des Diffusors Druckbeanspruchungen nicht auftreten können. Als Antriebsmaschine ist eine Turbine mit einem dreikränzigen Aktionsrad von möglichst einfachem Aufbau gewählt; Turbine und Pumpe sitzen auf einer Welle.

Es gibt keine Maschine, an der nicht gelegentlich irgendwelche Störungen auftreten können und die nicht von Zeit zu Zeit überholt werden müßte. Bei einer für die Betriebssicherheit eines Kraftwerkes so wichtigen Einrichtung ist aber eine leichte und schnelle Auswechselbarkeit einzelner Teile unbedingtes Erfordernis. Die neue AEG-Kesselspeisepumpe weist, wie Bild 2 erkennen läßt, diese Vorteile in hoher Vollkommenheit auf. Ohne die Pumpe zu öffnen, ist die Schnellschlußvorrichtung zugänglich, die Antriebsturbine kann ohne Entfernung ihrer Steuerung besichtigt werden, ebenso die Lager und die Pumpe selbst, und zwar alles auf die einfachste Art nach Lösung weniger Schrauben.

Nicht zum geringsten ist die Platzfrage bei Kesselspeisepumpen von großer Bedeutung, da bekanntlich der für die Hilfseinrichtungen in einer Zentrale verfügbare Raum beschränkt ist. Die Abbildungen zeigen, daß es gelungen ist, eine Konstruktion zu schaffen, die ungefähr die Hälfte bis ein Drittel des Raumes beansprucht, den sonst Kolbenpumpen gleicher Größe erfordern. Der Saugstutzen der Pumpe ist senkrecht nach unten gerichtet, so daß die Verlegung der Rohrleitungen denkbar wenig freien Platz in Anspruch nimmt.

Gegenüber Kolbenpumpen zeichnen sich turbinenangetriebene Pumpen durch den großen Vorteil der Ölfreiheit aus. Man kann deshalb mit dem Abdampf das Speisewasser durch Mischung vorwärmen, das einzige Verfahren, das eine billige und unbedingt betriebssichere Speisewasservorwärmung und einen vollkommenen Übergang der gesamten Wärme des Abdampfes an das Speisewasser ermöglicht. Der Dampfverbrauch der neuen AEG-Turbopumpe ist mäßig, die Betriebssicherheit hervorragend. Für die schnelle Inbetriebnahme der Pumpe ist von Bedeutung, daß sie in fast vollkommen fertig montiertem Zustand verschickt wird und an Ort und Stelle, ohne Zuhilfenahme von Spezialmonteuren, durch die Maschinisten aufgestellt werden kann. Alle Maschinenteile sind leicht zugänglich und gut kontrollierbar. Der ganze Aufbau verkörpert die Erfahrung von über 1000 ausgeführten Turbospeisepumpen der älteren Bauart

Bild 2. Geöffnete Kesselspeisepumpe.

Reibungspuffer und Reibungsfedern.

Mittel zur Erhöhung der Betriebssicherheit und Schonung der Betriebsmittel.

Die stetig wachsenden Anforderungen, die das technisch fortschreitende Zeitalter nicht zuletzt an die Betriebsmittel der Eisenbahnen stellt, kennzeichnen sich nicht nur in kräftigen und schweren Bauformen der Lokomotiven und Wagen, sondern auch in der Vervollkommnung ihrer Ausrüstungen — wie Bremsen, Zug- und Stoßvorrichtungen u. a.

Die eisenbahntechnische Ausstellung in Seddin dürfte hier besonders aufklärend wirken, denn alte bekannte Bauformen sind verschwunden und neue kräftigere Konstruktionen haben deren Platz eingenommen.

An Neuerungen auf dem Gebiet der Zug- und Stoßvorrichtungen für Eisenbahnfahrzeuge seien nachstehend die Bauarten behandelt, die die „Ringfeder GmbH. Uerdingen Rh.“ ausgebildet hat. Ihre Konstruktionen — ein Reibungspuffer und die Kreissigsche Ringfeder — stellen erprobte Ausführungen dar, mit deren Hilfe die bei den bisherigen Bauformen bekannten Schwierigkeiten überwunden werden können.

Der Reibungspuffer Bauart Uerdingen (Abb. 2) findet Verwendung bei hochabgebremsten, schweren und schnellfahrenden Fahrzeugen, z. B. 4achsigen Abteil- und D-Zugwagen, Speise- und Schlafwagen. Die beträchtlichen Geschwindigkeiten der schnellfahrenden schweren Züge bedingen kräftigste Bremswirkung, um auf kürzestem Bremswege zum Halten zu kommen. Die hohe Abbremsung der schnellfahrenden Fahrzeuge von 130—180 % ihres Eigengewichtes, wie bei der Deutschen Reichsbahn üblich, beeinflußt durch die beschränkte Durchschlaggeschwindigkeit des Bremsmittels, erzeugt erhebliche Kraftäußerungen in der Längsrichtung des Zuges. Diese Kräfte lösen infolge der Form und Ausbildung der Zug- und Stoßvorrichtungen Schwingungserscheinungen aus, die durch Wechselwirkung so stark werden können, daß Zugtrennungen die unvermeidliche Folge sind. An den Stoßvorrichtungen müssen daher Verbesserungen getroffen werden und zwar mit dem alleinigen Ziel, die Arbeitsaufnahme des Puffers zu erhöhen, die Rücklaufenergie aber wirksam zu vernichten.

Eine Lösung dieser kurzumrissenen Aufgabe stellt trotz seiner Unvollkommenheit jener Reibungspuffer dar, der bisher bei D-Zugwagen der Deutschen Reichsbahn Verwendung gefunden hat (Abb. 1).

Abb. 1.
Reibungspuffer alter Bauart.

Die bei dieser Bauform auf den Pufferstößel ausgeübte Kraft wird auf die Feder A übertragen, welche sie aufnehmen kann, da ihr durch den Ausgleichhebel E ein Widerlager geboten wird. Dieser Ausgleichhebel muß vorhanden sein, um in Kurven ein Anbiegen sämtlicher Puffer zu erreichen und eine zu starke Belastung der Federn einer Pufferseite zu vermeiden. Die zwischen Feder A und Hebel E geschaltete Reibvorrichtung B—C—D wirkt bei Belastung derart, daß durch die Teller B und D die keilförmigen Reibsegmente C nach innen gepreßt werden, wobei sie sich gegen die Pufferstange legen und auf ihr die zusätzliche Reibung erzeugen.

Die Bauform des Puffers ist aber wenig zweckmäßig, w alle auf den Puffer ausgeübten Stoßkräfte (Feder- und Reibungs kräfte) in voller Größe auf den Ausgleichhebel übertragen w den, wodurch eine sehr kräftige Konstruktion dieses Teiles u des Widerlagers im Wagenuntergestell bedingt ist. Diese Fo rung ist bei den beschränkten Raumverhältnissen des Un gestells an dieser Stelle nicht immer zu erfüllen. Die Reibun fläche auf der Pufferstange ist im Verhältnis zu den auftre den Kräften sehr klein, so daß ein Fressen der aufeinan gleitenden Teile nicht zu vermeiden ist. Diese Wirkung, die du eine zu geringe Kegelschräge der Reibelemente unterstützt w

Abb. 2.
Reibungspuffer, Bauart Uerdingen.

äußert sich in einem Steckenbleiben der Puffer, wodurch ein u ruhiges Laufen der Wagen und ein heftiges stoßendes Auflau beim Bremsen bedingt ist. Zum Schluß sei angeführt, daß Puffer nur Stoßkräfte von 17—18 t federnd aufzunehmen stande ist, somit den tatsächlich auftretenden Beanspruchun noch keineswegs genügt.

Die vorstehend geschilderten Übelstände beseitigt nunm der Reibungspuffer Bauart Uerdingen, Abb. 2. Er nimmt in von der Reichsbahn angenommenen Bauart Belastungen 28—35 t federnd auf und genügt damit den gestellten Bedingung Die Rücklaufkraft ist dabei sehr gering; sie beträgt nicht m als 1—2 t, wie es das abgebildete Druckdiagramm Abb. 3 aller Deutlichkeit zeigt. Dieser Puffer ermöglicht daher wie k anderes Stoßorgan das Anhalten schwerer und schnellfahren Züge, ohne daß Stoß- und Schwingungserscheinungen zur A wirkung kommen.

Abb. 3.
Druckdiagramm des Reibungspuffers, Bauart Uerdingen.

Die Verstärkung der Federwirkung und die ganz besond gute Arbeitsverrichtung beim Rücklauf wird durch drei hint einander geschaltete Backensätze G, J, L erzielt, die in d Pufferhülse untergebracht sind. Sie werden bei Belastung dur die Kegelteller F und M und die Kegelringe H und K na außen bewegt und gegen die innere Pufferhülsenwand gepre

ie beim Hineindrücken des Pufferstößels nach der Puffer- hin mitwandern müssen, so werden sie der ansteigenden -kraft entsprechend eine immer größer werdende Reib- ung erzeugen.

Der Kegelteller M wird gegen die Feder O durch ein krohr N abgestützt. Die Feder O legt sich mit dem anderen gegen den Ausgleichhebel, der aus nachstehend beschrie- Gründen hier eine andere leichtere Ausbildung wie beim Reibungspuffer erhalten hat. Wird eine Kraftwirkung auf Puffer ausgeübt, so ist der Kräfteverlauf vom Stößel auf Kegelteller F, von diesem auf die Reibsegmente G, weiter Kegelring H und über die Teile der Reibvorrichtung L, M und Druckrohr N auf die Feder leicht zu erkennen.

Die am Puffer noch vorgesehene Feder P sorgt dafür, daß Puffer stets in seine Mittellage zurückgeführt wird; die Q hat den Zweck, die Backensätze im unbelasteten Zu- e lose zu halten.

Die Anordnung der Reibvorrichtung im Puffer selbst — also ler Pufferbohle — gewährt den großen Vorteil, daß die be- lichen durch Reibung erzielten Kräfte, die ungefähr dreimal oß sind, als sie von der Wickelfeder federnd aufgenommen n können, nicht mehr auf den Pufferausgleich, sondern telbar auf das Kopfstück des Wagens übertragen und von in das kräftige Untergestell geleitet werden. Die Ausgleich- , die nur noch mit einer Kraft belastet werden, die der End- ung der Wickelfelder entspricht, können in ihren Ab- ungen erheblich schwächer gehalten und so ausgebildet wer- daß das Ein- und Ausbauen auf einfache Weise zu bewerk- en ist, was bei dem starken Ausgleichhebel des bisherigen ngspuffers nur mit großer Mühe zu erreichen war.

Aus dem Druckdiagramm ist zu ersehen, daß beim Rücklauf iner Kraft von nur 1 bis 2 t zu rechnen ist. Diese geringe könnte u. a. ein Steckenbleiben des Puffers befürchten . Dies wird aber durch die Ausbildung der Kegelschräge eden Fall vermieden. Die Tangenten der Keilwinkel stehen erhältnis 1 : 2, welches auf Grund von eingehenden Rech- n und Versuchen als das günstigste anzusehen ist. Die schrägen sind derart angeordnet, daß die geringere Neigung Stößel, die größere dem Kopfstück zu angeordnet ist.

Die Vergrößerung der Federkraft infolge Reibungswirkung s folgender Formel zu ermitteln. Es wird auf die Abb. 4 hren Bezeichnungen verwiesen.

$$P_1 = P\,\frac{1+\varphi k}{1-\varphi k_1}$$

Es bedeutet P_1 die Kraft auf der Stößelseite, P jene auf der seite, φ den Reibungskoeffizienten. Versteht man unter α α_1 die Winkel der verschiedenen Kegelschrägen, N und N_1 urch P bzw. P_1 erzeugten entsprechenden Normaldrücke, so

$$N = P\,\frac{1-\varphi\,\mathrm{tg}\,\alpha}{\mathrm{tg}\,\alpha+\varphi} \quad \text{und} \quad N_1 = P_1\,\frac{1-\varphi\,\mathrm{tg}\,\alpha_1}{\mathrm{tg}\,\alpha_1+\varphi}$$

man

$$\frac{1-\varphi\,\mathrm{tg}\,\alpha}{\mathrm{tg}\,\alpha+\varphi} = k \quad \text{und} \quad \frac{1-\varphi\,\mathrm{tg}\,\alpha_1}{\mathrm{tg}\,\alpha_1+\varphi} = k_1$$

ist $P_1 - P$ die Größe der erzeugten Reibung, so ergibt sich s die anfangs aufgestellte Formel für P_1. Dieser Wert wird zweiten Backensatz zur zweiten, beim dritten Backensatz zur n Potenz.

Für den Rückgang erhält man unter Benutzung der gleichen staben, die jedoch zum Unterschied für den Hingang mit Index versehen sind, folgende Formeln

$$N' = P\,\frac{1+\varphi\,\mathrm{tg}\,\alpha}{\mathrm{tg}\,\alpha-\varphi} \quad \text{und} \quad N_1' = P_1\,\frac{1+\varphi\,\mathrm{tg}\,\alpha_1}{\mathrm{tg}\,\alpha_1-\varphi}$$

nach Durchführung der gleichen vorstehend durchgeführten chenrechnung

$$P_1' = P\,\frac{1-\varphi k'}{1+\varphi k_1'}$$

Dieser hieraus zu ermittelnde Wert wird beim zweiten ensatz zur zweiten und beim dritten Backensatz zur dritten z.

Aus beiden Endgleichungen ist ohne weiteres eine Verstär- der Federkraft beim Hingang und eine Verringerung beim gang zu ersehen.

Die Deutsche Reichsbahn hat die Reibungspuffer lange Zeit em Prüfstand und an Versuchszügen im praktischen Betriebe bt und anhand genauer Beobachtungen festgestellt, daß der uch die Theorie vollauf bestätigt. Jeder Puffer — unter Be- tung gewisser Fertigungsvorschriften hergestellt — gibt mit rheit das in Abb. 3 wiedergegebene Druckdiagramm.

Auf Grund der guten Prüfungsergebnisse hat die Deutsche sbahn den Reibungspuffer Uerdinger Bauart für alle neuzu- nden vier- und mehrachsigen schnellfahrenden Fahrzeuge eschrieben und außerdem Vorkehrungen getroffen, daß die ngspuffer bisheriger Bauart nach Abb. 1 infolge ihrer unzu- ssigen Wirkung durch solche der Uerdinger Bauart ersetzt en.

Das Anwendungsgebiet des Uerdinger Reibungspuffers ist lie bisher erwähnten Fahrzeuge jedoch nicht erschöpft. Er jeder anderen Wagengattung angepaßt werden, wo der sch oder die Bedingung gestellt ist, daß ein ruhiges Fahren Verhalten beim Bremsen gewährleistet sei. Er dürfte daher besonders für Straßenbahnwagen und kurze Triebwagenzüge ge- eignet sein, die durch die Art des Betriebes eine Verbesserung der Kuppelungseinrichtungen als wünschenswert erscheinen lassen. Ein ständiges Hin- und Herpendeln der Wagen ist nicht nur unerträglich für die Fahrgäste, sondern beansprucht die Wagen- konstruktion in erheblichem Maße, verkürzt die Lebensdauer der Fahrzeuge und erfordert ständig Reparaturkosten.

Hand in Hand mit der Verbesserung der Puffer für schnell- fahrende Personenfahrzeuge, die durch Einführung des vorstehend beschriebenen Reibungspuffers ihren Abschluß fanden, liefen Ver- suche, die das Ziel hatten, die Stoßvorrichtungen der übrigen Fahr- zeuge — Lokomotiven, Personen- und Güterwagen — in ähnlicher Weise zu verbessern. Da der bei gewöhnlichen Puffern zum Ein- bau von Reibvorrichtungen zur Verfügung stehende Raum infolge der zugleich mit unterzubringenden Feder jedoch bedeutend be- schränkter ist, so war die Lösung erschwert.

Dahingehende Versuche sind bei der Deutschen Reichsbahn nicht weiter verfolgt worden, als eine neue Federbauart hieraus gebildet wurde. Diese erfüllte auf einfachste Weise die gleichen Bedingungen, die beim Reibungspuffer dargelegt worden sind; sie genügt außerdem allen Anforderungen bezüglich Höhe der End- spannung, Größe der Arbeitsverrichtung und gewährleistet zweck- mäßige Baustoffbeanspruchung. Diese neue Federform ist unter der Bezeichnung „Kreißigsche Ringfeder" bekannt geworden.

Abb. 4.
Schematische Darstellung eines Reibsatzes.

Abb. 5.
Kreißigsche Ringfeder.

Die bis jetzt bekannten Federarten werden bei Belastung auf Biegung und Drehung beansprucht. Diese Beanspruchung hat eine ungleichmäßige Spannungsverteilung zur Folge, die eine günstige Ausnutzung des Stahles in bezug auf das Arbeitsvermögen ver- hindert. Die Leistungsfähigkeit der jetzigen Feder ist durch ihr Volumen begrenzt. Eine Erhöhung der Federkraft kann nur durch eine Materialvermehrung erzielt werden, ein Weg, der aber bei den gegebenen Raumverhältnissen der Puffer nicht be- schritten werden kann. Bei den Wickel- und Schraubenfedern ist es ferner nicht möglich, irgendwelche Arbeit zu vernichten; bei ihnen wird bei Entlastung fast die gleiche Arbeit wieder zurück- gegeben, die bei Belastung aufgenommen wurde. Wird in der Not zu einer stärkeren Wickelfeder gegriffen, so ist zwangläufig ein stärkerer Rückstoß mit in den Kauf zu nehmen, der aber im Eisen- bahnbetrieb zur übermäßigen Beanspruchung der Zugvorrich- tungen, zu Kuppelungsbrüchen und Zugtrennungen führen kann. Nicht unerwähnt soll bleiben, daß die jetzt gebräuchlichen Wickel- federn sehr leicht zum Setzen und Brechen neigen und daher das Ausgabenkonto der Eisenbahn in starkem Maße belasten.

Die Forderungen, die infolge der immer größer werdenden zu bewegenden Fahrzeuggewichte an die Stoßvorrichtungen gestellt werden müssen — d. s. größte Arbeitsaufnahme bei wirksamster Abbremsung des Rückstoßes —, werden neben sonstigen guten Eigenschaften von der Ringfeder erfüllt. Die wesentlich höhere Arbeitsaufnahme wird zwar zum Teil durch eine gewisse Material- vermehrung erzielt, sie wird aber in überwiegendem Maße dadurch erreicht, daß die einzelnen Federelemente ausschließlich auf Zug oder Druck beansprucht werden. Diese Art der Beanspruchung gibt die Möglichkeit restloser Materialausnutzung und macht die Ringfeder in bezug auf das Arbeitsvermögen den bisher verwende- ten Wickelfedern überlegen.

Die Kreißigsche Ringfeder — s. Abb. 5 — besteht aus einer größeren Anzahl geschlossener Ringe 1 und 2. Die Außenflächen der Innenringe 1 und die Innenflächen der Außenringe 2 sind kegelförmig gestaltet. Die Ringe passen beim Ineinandersetzen so zusammen, daß z. B. Mitte Innenring von Außenkante Außen- ring — in achsialer Richtung gemessen — um ein bestimmtes Maß entfernt bleibt. Wird eine derartige Federsäule in achsialer Richtung belastet, so werden die einzelnen Ringe ineinander ge- preßt. Wie ohne weiteres zu ersehen ist, werden die äußeren Ringe auf Zug, die inneren auf Druck beansprucht. Es treten zwar noch gewisse Biegungsbeanspruchungen auf, die aber von untergeordneter Bedeutung sind und die Wirkungsweise der Feder

in keiner Weise beeinträchtigen. Infolge der Zug- und Druckspannungen erweitern sich die Außenringe und verkleinern sich die Durchmesser der Innenringe, so daß ein Ineinanderschieben der einzelnen Ringe eintreten muß. Die Verkleinerung der gesamten Baulänge der Ringsäule ergibt die Federung der Systems.

Durch das Ineinanderschieben der einzelnen Ringe wird auf den kegeligen Flächen Reibung erzeugt, die infolge der zusätzlichen Kräfte die Gesamtfederwirkung bei Belastung vergrößert, bei Entlastung dagegen entsprechend verringert.

Durch die geschilderte Wirkungsweise der Ringfeder ist es also möglich, die Stoßvorrichtungen der Eisenbahnfahrzeuge im vorstehend dargelegten Sinne zu verbessern.

Es ist nicht uninteressant, kurz die Berechnung der Feder zu streifen[1]. Eine solche gestaltet sich einfach, wenn eine gleiche Beanspruchung der Innen- und Außenringe vorausgesetzt und von der Formel für die Arbeitsfähigkeit ausgegangen wird.

Es möge bedeuten:

A = Arbeitsfähigkeit der Feder,
P = Endkraft der reibungslos arbeitenden Feder,
P_r = Endkraft der reibenden Feder,
V = das Federvolumen,
K = die höchstzulässige Zug- und Druckbeanspruchung,
E = den Elastizitätsmodul,
f = die gesamte Federung,
L = die zusammengedrückte Länge der Feder.

Wenn mit d_a der Außendurchmesser der Feder, mit d_i der innere und mit d_m der mittlere bezeichnet wird, so ergibt sich die Arbeitsfähigkeit des Federsystems aus der Formel

$$A = \frac{V k^2}{2E} \quad \text{oder} \quad V = \frac{2AE}{k^2}$$

V ist zu ermitteln aus $\frac{\pi (d_a - d_i)^2}{4} \cdot L$; d_m aus $\frac{d_a + d_i}{2}$.

Ist der Durchmesser des Schwerpunktkreises eines äußeren Ringes $d_m + x$, der eines Innenringes $d_m - x$, so vergrößert sich der Außenring um das Maß $(d_m + x)\frac{K}{E}$, der Innenring entsprechend um $(d_m - x)\frac{K}{E}$, wobei zwischen beiden, falls kein achsialer Vorschub stattfindet, ein Spalt

$$S = \frac{K}{2E}\,(d_m + x) + (d_m - x) = \frac{K\,d_m}{E}$$

entstehen würde.

Bezeichnet α den Neigungswinkel der Kegelfläche gegen die Drehachse, so ermöglicht der Spalt S einen achsialen Vorschub für ein Ringelement von $f_1 = \frac{S}{\operatorname{tg}\alpha}$. Bei n Ringelementen wird der Vorschub $n f_1 = f$, der der gesamten Federung des Systems entspricht. Die Höhe eines Ringes ist $A = \frac{L}{n}$.

Unter gewissen Annahmen für d_a und L, die aus den Raumverhältnissen für die Feder zu entnehmen sind, lassen sich die Hauptdaten bestimmen, die für den Entwurf der Federabmessungen erforderlich sind.

Die vorstehenden Werte gelten für eine der achsialen Kraft P entsprechende reibungslose Federung; durch Reibung vergrößert sich jedoch jene Kraft. Bezeichnet φ den Reibungskoeffizienten und N den vertikalen Druck zwischen den beiden Kegelflächen, so gilt

$$P_r \cos\alpha = N \sin\alpha + [N \cos\alpha + P_r \sin\alpha]\varphi$$

und nach Entwickelung

$$P_r = N\,\frac{\operatorname{tg}\alpha + \varphi}{1 - \varphi\operatorname{tg}\alpha}.$$

Für $\varphi = 0$ geht Pr in P über und demgemäß wird $P = N \operatorname{tg}\alpha$ oder $N = \frac{P}{\operatorname{tg}\alpha}$.

Unter Verwendung dieses Wertes für die Gleichung

$$P_r = N\,\frac{\operatorname{tg}\alpha + \varphi}{1 - \varphi\operatorname{tg}\alpha}$$

wird

$$P_r = P\,\frac{\operatorname{tg}\alpha + \varphi}{\operatorname{tg}\alpha\,(1 - \varphi\operatorname{tg}\alpha)}.$$

Wird $\varphi = 0{,}16$ und $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}3$ gewählt, so wird $P_r = 0{,}62\,P$. Wie vorstehend gelegentlich erwähnt, treten infolge der Dehnung der Ringe zu den Hauptspannungen noch Nebenspannungen infolge Biegungs- und Druckwirkung auf. Die vorstehende Rechnung wird dadurch in gewissem Umfang zu ergänzen sein; auch die ermittelten Abmessungen müssen entsprechend nachgeprüft werden. Auf diese Rechnungen weiter einzugehen verbietet der Umfang dieser Abhandlung und es muß daher auf andere Veröffentlichungen (Verkehrstechnische Woche Jahrgang 1922) verwie[sen] werden.

Die Ringfedern, die der Deutschen Reichsbahn zur Erp[ro]bung geliefert worden sind — es sind solche für Endspannun[gen] von 50, 28 und 25 t —, haben bei eingehenden Versuchen [auf] dem Prüfstand die rechnerisch ermittelten Werte in jeder [Be]ziehung bestätigt. Das Druckdiagramm der Feder zeigt Abb. [6].

Ringfeder

Zustand	Federung	Endkraft	Arbeit	Rücklaufkraft
gefettet	92 mm	28 450 kg	762 mkg	10 550 kg
ungefettet	92 mm	32 510 kg	1193 mkg	6800 kg

Abb. 6.
Druckdiagramm der Ringfeder.

Die Federn zu 50 t und einige zu 28 t haben in Mittelpuff[er]kuppelungen Verwendung gefunden, Abb. 7, weitere Federn [zu] 28 t und zu 25 t wurden in Hülsenpuffer nach Abb. 8 eingeba[ut].

Abb. 7.
Mittelpufferkupplung-Scharfenberg mit Ringfeder.

Ringfedern in Hülsenpuffern befinden sich seit einem Jah[r] in ununterbrochenem Probebetrieb, ohne daß bisher eine mer[k]liche Veränderung der Feder, ein stärkerer Verschleiß der Re[ib]flächen oder ein Nachlassen der Spannung festgestellt werd[en] konnte. Insbesondere die Keilflächen befinden sich noch heu[te] in dem gleichen guten Zustand, wie er bei Anlieferung festgeste[llt] wurde. Dieser gute Befund dürfte auf gute Härtung, die sich [be]sonders an der Oberfläche bemerkbar macht, zurückzuführen sei[n].

Abb. 8.
Hülsenpuffer mit Ringfeder.

Bedenken, daß die Feder rosten und dadurch in ihrer Wi[r]kungsweise beeinträchtigt werden könnte, sind grundlos. D[ie] bisherigen Versuche lassen mit Sicherheit erkennen, daß, wen[n] eine geeignete Schmierung der Ringe gewählt wird, ein Rostansa[tz] überhaupt unmöglich ist. Die fest aufeinander liegenden Fläch[en] lassen Feuchtigkeit nicht dazwischen treten und die freiliegend[en] Spalten können durch eine Fettschicht gut geschützt werden. Ve[r]suche, die insbesondere dahin gingen, den Einfluß des Rostes [zu] untersuchen, zeigten im übrigen, daß das einwandfreie Arbeit[en] der Feder in keiner Weise behindert wird.

Die bisherige Verwendung der Ringfeder in den Stoßvorric[h]tungen der Deutschen Reichsbahn, s. Abb. 7 und 8, dürfte er[st] ein kleines Verwendungsgebiet dieser Federbauart darstellen. W[ie] weit es sich ausbauen läßt, kann im Augenblick nicht übersehe[n] werden. Jedoch muß gesagt werden, daß die Ringfeder übera[ll] dort am Platze ist, wo die bisherigen Federbauarten wegen de[r] Höhe der aufzunehmenden Kräfte und ihrer reibungslosen Wi[r]kung ihren Dienst versagt haben.

[1] Der ausführliche Rechnungsgang ist zu finden in der Verkehrstechnische[n] Woche Jahrgang 1922.

„GROSS GÜTERWAGEN

Waggon-Fabrik A.G.
Uerdingen
(Rhein)

PERSONEN- UND GÜTERWAGEN

jeder Gattung u. Spurweite für HAUPT-, NEBEN- U. KLEINBAHNEN eiserner u. hölzerner Bauart,
mit Uerdinger Ringfeder- und Reibungspuffern D. R. P.

Ausgestellt auf der Eisenbahntechnischen Tagung in Seddin:

Großgüterwagen D. R. P. Stand 108
Kohlenstaubkübelwagen D. R. P. a. . . . . „ 140
Spezial-Kühlwagen D. R. P. a. . . . . „ 135
Bodenentleerer mit schwenkbarer Wand D. R. P. . . . „ 129
Ringfedern und Reibungspuffer mit Prüfstand

ALLEINIGER VERTRIEB DER RINGFEDERN UND REIBUNGSPUFFERN DURCH DIE

»RINGFEDER« G. M. B. H., UERDINGEN

(Niederrhein)

IM ZEICHEN DER ERSPARNISWIRTSCHAFT!

Wenn in diesen Tagen die Deutsche Reichsbahn mit der größten privatwirtschaftlichen Organisation, dem Verein deutscher Ingenieure, zu einer Tagung zusammentritt, so ist zweifellos der Grundgedanke hierbei, Mittel und Wege festzustellen, welche die Deutsche Reichsbahn wieder wirtschaftlich und mehr noch als in früheren Jahren zu einer beträchtlichen Einnahmequelle für das Reich gestalten. Mit an erster Stelle helfen Transportanlagen jeder Art, wie Aufzüge, Krane, Hängebahnen, Schiebebühnen usw., zur Verwirklichung dieses Zieles, und hier bieten wieder ganz besondere Vorteile die Erzeugnisse der Maschinenfabrik Mühleissen m. b. H., Elberfeld. Macht es sich doch diese Firma zur Aufgabe, jede Anlage den besonderen Verhältnissen und Erfordernissen in zweckentsprechendster Weise anzupassen, und sie hat darin gute Erfolge aufzuweisen, vor allem beim Gepäckaufzug. Fort mit den teueren Spindeln, welche nicht nur in der Beschaffung ganz erhebliche Mehrkosten verursachen, sondern auch durch den außerordentlich schlechten Wirkungsgrad eine Menge Kraft vergeuden und damit die laufenden Unkosten ganz empfindlich erhöhen. Durch die raschwirkende Regler-Fangvorrichtung D. R. P. sind die einzigen Vorteile, die der Zweispindelantrieb bisher vor dem Seilaufzug bot, ausgeglichen, und dadurch sind die mit dieser Vorrichtung allein ausgerüsteten „Original-Dreistern-Aufzüge" berufen, den Spindel- wie auch Stützkettenantrieb zu überflügeln, da sich ein „Original-Dreistern-Aufzug" in der Anschaffung bedeutend billiger stellt und gleichzeitig die Betriebskosten um die Hälfte gegen jene verringert. Dabei bietet er die gleiche Sicherheit, da seine raschwirkende Regler-Fangvorrichtung schon bei der geringsten Überschreitung der festgesetzten Fördergeschwindigkeit in Eingriff tritt und jeden auch nur zentimeterweisen Absturz unbedingt verhütet, auch wenn nicht das Reißen der Seile, sondern etwa irgendein Bruch innerhalb der Maschine das überschnelle Absenken des Fahrkorbes verursachen sollte. Durch eine ebenfalls patentierte Vorrichtung ist die Prüfung des Reglers in jedem Augenblick ohne Betriebsstörung durchführbar, so daß die Aufzüge unter ständiger Kontrolle gehalten werden können. Ähnliche Vorteile weisen auch die Krane und Transportanlagen der erwähnten Firma auf, die alle zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit beitragen. Aber nicht nur im Tr portwesen, sondern auch in der Lokomotivreparatur namhafte Erfolge auf dem Gebiete der Ersparniswirtschaf verzeichnen. Längst ist die hydraulische Rauchrohrausz vorrichtung, Bauart Mühleissen, nicht mehr unbekannt, ihre Vorzüge doch so gewaltig, daß sie sich ohne jegl Propaganda von Werk zu Werk im Reichsbahnbetrieb führt. Sie seien daher nur kurz zusammengef

Gepäckaufzug mit Seilantrieb, Tunnelansicht

1. Das Rohr bleibt am Rauchkammerende versehrt, so daß es nach dem Ausglühen so wieder eingezogen werden kann.
2. Jede Beschädigung der Rohrwand ist geschlossen.
3. Anschweißstücke sind überflüssig.
4. Nach Anbringung der Vorrichtung kann Lösen ohne weiteres durch einen ungelern Mann in wenigen Minuten erledigt werde
5. Die Arbeit für ein Rohr nimmt etwa 5 Min in Anspruch.

Vergleicht man hiermit die frühere Met des Lösens durch Vogelzungen, was oft drei M viele Stunden beschäftigte, wobei das Rohr brauchbar und die Rohrwand beschädigt wu so liegen die Ersparnisse auf der Hand. Presse ähnlicher Bauart dient zum Ausric von Pufferbohlen und leistet im Wagen unschätzbare Dienste. Durch die Kreuzk Lösevorrichtung „Augenblick" D. R. G. M. schieht das Loslösen der im Kreuzkopf gepreßten Kolbenstange in 3—4 Minuten, während schmiedemäßige Lösen, wie es heute noch vielfach erf ebenfalls mehrere Mann einige Stunden in Anspruch nim Der Reihe dieser Werkzeuge schließt sich die Zugklaue Stopfbüchsendruckringe an Heißdampflokomotiven, Pa „Stiens", in würdiger Weise an, durch welche das s außerordentlich zeitraubende Herausarbeiten eines Druckringes einschließlich aller Vor- und Nebenarbeiten in etwa 20 Minuten erledigt wird. Sämtliche Beschreibungen und Zeichnungen stehen auf Anfrage jederzeit zur Verfügung. Wenn also gesagt werden kann, daß die Privatindustrie die Bestrebungen der Reichsbahn nach Rentabilisierung unterstützt, so gilt dies in er Linie von der Maschinenfabrik Mühleissen m. b. Spezialfabrik für Aufzüge, Krane, Transportanla und Hilfsmaschinen für Eisenbahnwerke, Elb feld-Sonnborn.

Rauchrohr-Ausziehvorrichtung während des Ziehens

Kreuzkopf-Lösepresse „Augenblick m. fahrb. Pumpe. in Arbeitsstellung

FULGURITWERKE ADOLF OESTERHELD, ASBEST-SCHIEFER-FABRIK

EICHRIEDE BEI WUNSTORF (HANNOVER)

Der „Fulgurit-Asbestzementschiefer", Hersteller Fulgurit-Werke, Eichriede bei Wunstorf, wird aus besten Asbestfasern und reinem Portlandzement unter hohem Druck in Platten von ½ bis 20 und 30 mm Stärke für die verschiedenen Zwecke hergestellt, in der Hauptsache für Dacheindeckungen als Schablonen, Biberschwänze, Hohlkappen, Randsteine und Wellplatten, für elektrische Zwecke als Schalttafeln, Funkenlöscher usw., für Wandbekleidungen zum Feuerschutz und zu Wärmeisolation und für andere Zwecke mehr. Die Möglichkeit, das Material in Hellgrau (Naturfarbe des Materials), Dunkelgrau und Rot auszuführen, ergibt die gewünschte Abwechslung in der Farbenwirkung. Außerdem kann bei Wandbekleidung jeder Anstrich in Wasser- und Ölfarben aufgetragen werden.

Über die Eigenschaften des Materials äußert sich ein Prüfungszeugnis des staatlichen Prüfungsamtes in Lichterfelde wie folgt:

„Das zur Prüfung vorgelegte Material stellt ein Bedachungsmaterial vor, welches dem Naturschiefer in jeder Weise als überlegen anzusehen ist. Infolge der geringen Wasseraufnahmefähigkeit und der großen Feuerbeständigkeit dürfte sich das Material als absolut widerstandsfähig gegen alle klimatischen Einflüsse und Witterungsverhältnisse erweisen und auch die bei großen Bränden vorkommenden höchsten Temperaturen aushalten."

Bei dem Fulgurit-Wellschiefer ist dasselbe Material in gewellten Platten ähnlich den Wellblechtafeln von den Normalgrößen 2400 × 1080 mm und 1200 × 1080 mm bei einer Stärke von 5,5 mm gepreßt. Genau wie bei Wellblech haben die Wellen, welche eine Länge von 100 mm und eine Tiefe von 25 mm besitzen, den Zweck, die Steifigkeit der Tafeln zu erhöhen bezw. das Widerstandsmoment zu vergrößern. Bei dieser Formgebung wird erreicht, daß die Platten unmittelbar auf die Pfetten verlegt werden können. Infolge des geringen spezifischen Gewichtes, welches nur 13 kg/qm beträgt, also demjenigen von Wellblech etwa gleichkommt, kann die Unterkonstruktion außerordentlich leicht gehalten werden. Gegenüber Wellblech besteht dabei der Vorzug, daß das Material gegen Witterungseinflüsse und insbesondere gegen die in den Rauchgasen enthaltene schweflige Säure absolut unempfindlich ist. des weitern gegen Wärme gut isoliert, während dies bei Wellblech bekanntlich nicht der Fall ist, vielmehr der Aufenthalt unter einem sonnenbestrahlten Wellblechdach oftmals unerträglich wird. Der Fulgurit-Wellschiefer kann also dort benutzt werden, wo man bisher Wellblech verwandte, ja man kann schadhaft gewordene Wellblechdächer ohne wesentliche Veränderung der Unterkonstruktion durch Wellschiefer ersetzen, ein Moment, welches gerade in der heutigen Zeit eine Rolle spielt, da die aus der Zeit der Wellblechbauten stammenden Dächer schadhaft geworden sind. Aber nicht nur dort, wo man früher Wellblech verwandte, sondern bei den verschiedenartigsten Industriebauten kann Fulgurit-Wellschiefer mit Nutzen angewandt werden, weil er auch gegenüber dem Pappdach den Vorzug der Feuersicherheit und des geringen Gewichts hat. Außerdem bedarf ein derartiges Wellschieferdach keinerlei Unterhaltung und die Lebensdauer eines solchen Daches ist nahezu unbegrenzt.

Gegenüber dem Beton- oder Bimszementdach hat Fulgurit-Wellschiefer in erster Linie den Vorzug erheblich geringerer Kosten und der leichteren und dabei billigeren Unterkonstruktion. Auch benötigen Bims- und Betondächer noch infolge der aufgelegten Dachpappe der Unterhaltung durch Teeren. Die Verlegung der Wellschieferplatten erfolgt ganz ähnlich wie bei Wellblech unmittelbar auf den Pfetten, die einen Abstand von 1 bis 1,1 m haben dürfen. Die Befestigung geschieht ebenfalls wie beim Wellblech mittels Klammern und Schrauben. Aus der Abb. 1 erkennt man die Ausführung eines Daches in der heute meist gebräuchlichen Hallenform mit seitlichem Oberlicht. Bei der Längshalle links im Bilde ist auch die Seitenwand vom Dach abwärts bis zu den Fenstern mit Wellplatten bekleidet. Man sieht aus der Abbildung, daß mit dem Material auch ein gutes Aussehen des Bauwerks erzielt wird. Sehr interessant ist die Abb. 2, aus welcher die vollständige Verkleidung zweier Giebelwände mit Wellschiefer zu ersehen ist. Bei späterer Verlängerung dieser Halle kann die Wandbekleidung einfach abgenommen und ohne weiteres für den neuen Giebel wieder verwandt werden.

Aus der Abb. 3 kann man ersehen, wie sauber sich das Material der Form des Daches anpaßt und wie der Zusammenstoß zweier Dächer in guter Form bewirkt wird. Die Verbindungsstücke wie auch die Firstklappen werden jeweils besonders angefertigt.

Die Montage eines Wellschieferdaches geht sehr schnell vor sich, da das ganze Material fertig geschnitten und gebohrt angeliefert wird. Ein Monteur mit drei Hilfsleuten kann pro Tag 40 bis 50 qm eindecken und bedarf dazu keinerlei Verschalung oder dergleichen. Man erkennt den wesentlichen Vorteil gegenüber einem Betondach, wobei man außerdem bei der Herstellung des Betons noch auf die Zuverlässigkeit des Unternehmers angewiesen ist. Nicht unerwähnt soll bleiben, daß auch Abänderungen an Ort und Stelle leicht vorgenommen werden können, da sich das Material ungefähr wie Holz sägen und bohren läßt. Zum Schluß sei auch die Kostenfrage kurz berührt, und es ist zu bemerken, daß das Quadratmeter Dachfläche heute ca. 4,50 Goldmark kosten wird, sich also nicht viel teurer stellt als ein Pappdach, ganz abgesehen vom Zement- und Betondach.

Neue Herstellungsverfahren von Lokomotivstehbolzen auf einer Stehbolzen-Spezialdrehbank.

Von Reg. Baumeister a. D., Gaiser.

Dargestellt wird, wie auf einer modernen Spezialstehbolzen-Drehbank der Mammutwerke Nürnberg Stehbolzen in einwandfreier Weise den Vorschriften des Eisenbahnzentralamtes entsprechend hergestellt werden.

Grundbedingung für die Erzielung einwandfreier Stehbolzen ist das Schneiden der Gewinde an beiden Stehbolzenköpfen in einem Zuge, sowie die Möglichkeit der Differenzierung der Durchmesser der Stehbolzen, und zwar so, daß der vordere Kopf um 0,1—0,2 mm dicker ist als der hintere.

Auf der Mammut-Stehbolzen- und Deckenankerdrehbank werden Stehbolzen und Deckenanker in rationellster Weise aus Flußeisen oder Kupfer hergestellt, und zwar sowohl von der Stange durch selbsttätigen Materialvorschub nach jeweiliger Fertigstellung eines Bolzens, als auch zwischen den Spitzen. Das Ankörnen des zu fertigenden Bolzens erfolgt durch die Ankörnerspitze 242 am Abstechschieber 201. Zum Festhalten gelochter Stangen wird eine mitlaufende Körnerspitze verwendet, welche ebenfalls einen genauen zentrischen Lauf des Materials verbürgt. Ein Abstechen und Abfasestahl, eingesetzt in einem besonderen Abstechschieber, der durch Kurbel und Gewindespindeln vor- und rückwärts verstellbar ist, ermöglicht das Abstechen und Abfasen der Stehbolzen. Durch Anschläge sind mittels Nonien die Stellungen der Stähle festgelegt. Sind alle Drehstähle richtig eingestellt, so wird der selbsttätige Längsgang des Bettschlittens in der Richtung des Spindelstockes eingeleitet, wodurch der Bolzen auf die gewünschte Form gedreht wird. Die Auslösung erfolgt automatisch. Das Gewindeschneiden erfolgt durch zwei Kreisstrehler. Die Strehler sind in radialer und achsialer Richtung verstellbar, so daß dadurch einer Hauptforderung, nämlich der Möglichkeit des Schneidens von Köpfen verschiedenen Durchmessers an ein und denselben Stehbolzen, entsprochen ist.

Der Bettschlitten wird durch die an der Hinterseite des Bettes befindliche Leitpatrone verschoben, wobei die Leitpatrone so bemessen ist, daß sie für die Herstellung jeder gewünschten Stehbolzenlänge geeignet ist, ohne daß man die Patrone verstellt. Durch Schließen einer Hebelanordnung wird Eingriff in die Patrone erzielt und damit die Längsbewegung erreicht. Der Arbeiter hat dabei nur mit der linken Hand zuzustellen und mit der rechten zu schließen; die Auslösung erfolgt automatisch. Diese Handgriffe führt der Arbeiter nach einiger Übung ganz unwillkürlich aus, so daß die Maschine fast selbsttätig arbeitet. Das ermüdende Aufdrücken eines Außenhebels mit der linken Hand fällt weg.

Die Spezialdrehbänke werden je nach Bedarf als Stehbolzen- oder Deckenankerdrehbänke gebaut. Zur Herstellung von Stehbolzen- und Deckenankern auf der gleichen Drehbank, für Fälle, in denen in der Hauptsache Stehbolzen, dagegen Deckenanker in geringerer Menge hergestellt werden sollen, ist eine kombinierte Stehbolzen- und Deckenankerdrehbank geschaffen. Die Bank hat die zur Fertigung von Deckenankern nötige Länge, aber den für Stehbolzenfabrikation vorgesehenen Support, so daß hierbei alle Stehbolzen von beliebiger Länge und Deckenanker bis 420 mm mit beiden Gewinden zugleich geschnitten werden können. Bei den Längen von 420 — 750 mm schneiden die Strehler die Gewinde nacheinander.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" / D. R. P. mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D. R. P.

Entöler

Vorwärmer

Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler

Bühring A.-G., Landsberg
Bez. Halle / Maschinenfabr.
Kesselschmiede-Apparateb.

ADRESSEN

aller Art von In- und Ausland

Robert Tessmer A.-G., Berlin C 21
Gegr. 1878 Wallstr. 16 Gegr. 1878

ARBEITS- UND BERUFSKLEIDUNG

kauft man am Besten in dem ältesten und größten Spezialgeschäft von

Kohnen & Jöring, Berlin O 27
Alexanderstr. 12.
Siehe ausführliche Anzeige in den VDI-Nachrichten

ARMATUREN

Dicker & Werneburg, G. m. b. H.
Halle/Saale

ARMATUREN

Sonderheiten Staufferbüchsen, Dochtöler, Federdruckbüchsen, Tropföler usw. Kleinöler für Fahrräder, Automobile usw. Helmöler, Drehöler, Klappöler, Trichterformöler, Stahl- u. Kugelöler

Wilhelm Lahr & Co.,
Metallwarenfabrik,
Zuffenhausen-Stuttgart

ARMATUREN

Ventile Schieber
für Satt- und Heißdampf
Wasser und Gase

Franz Seiffert & Co. A.-G.
Berlin C 19 Eberswalde

AUFWALZMASCHINEN

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

MSN

Aufzugswerke Nürnberg
M. Schmitt & Sohn
Schließfach 83
Gegründet 1861
München / Mannheim
Köln / Saarbrücken / Hannover
Hamburg / Berlin W / Essen
Frankfurt / Leipzig / Stuttgart

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme an 30000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge

Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik
ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

AUFZÜGE

Elektrische Aufzüge für Personen oder Lasten mit Seil- oder elektrischer Steuerung Paternosteraufzüge für Personen

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Original Dreistern Aufzüge

Maschinenfabrik
Mühleissen m. b. H.
Elberfeld

AUFZÜGE

Aufzüge

FR. SCHÜLE & CO
AUFZÜGEFABRIK
FELDKIRCHEN b/MÜNCHEN

AUFZÜGE

in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe

Windscheid & Wendel
Eisengießerei und Maschinenfabrik
Düsseldorf-O.

AUFZÜGE

für Personen und Lasten, spez. Druckknopfsteuerung Paternoster-Aufzüge

Adolf Zaiser, Maschinenfabrik,
Stuttgart.

B

BANDSTAHL

für alle Verwendungszwecke

Erich Loewe, G. m. b. H., Berlin C 19

BENZINLAGERUNGEN

höchster Vollendung

Martini & Hüneke,
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft.
Berlin SW 48

BIEGSAME WELLEN

Armaturen dazu, Kesselrohrreiniger
Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-W. Steglitzerstr. 21 D

BLECH-ROHRLEITUNGEN

Rohre und Formstücke

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.
Berlin C 19 Eberswalde

BOHRFUTTER

„Deboga"

ist der Name für das

beste Bohrfutter

D. R. P. u. A. P.

Ersparnis an jeder Bohrmaschine jährlich

80 Stundenlöhne

Wiederverkaufs-Angebote durch

DEUTSCHE BOHRFUTTER-GESELLSCHAFT m. b. H.
AUGSBURG * Bezirk 3

BRECHER „ZICK-ZACK"

Hammermühlen.

Wichtige Neuerungen.

Friedrich Haas
Lennep (Rhld.)

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

BÜRSTEN

für die gesamte Industrie zu Maschinen- oder Reinigungszwecken nach Angabe und Zeichnung

Joseph Pötz, Neuwied.

D

KREUSER-DAMPFHÄMME

D. R. P.

mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- u. Gesenkarbeiten.

Adolf Kreuser
G. m. b. H.,
Hamm (Westf.)

Werkstattausführung: Wagner & Co
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H
Dortmund.

SICHERHEITS-DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS-VENTILE

System „Bühring" D. R. G. M.

Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar.
Aus Vorrat lieferbar.

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Hal
Maschinenfabrik / Kesselschmied
Apparatebau

CLAASSEN-DAMPFMESSER

Dampfzähler, Ventile mit kombinie Dampfmesser, automatische Dru berücksichtigungen ohne Gelenke, n eig. Patente. Ueber 1000 St. geliefe
In Niederdruck-Dampfmessern größter Umsatz Deutschlands.

Ernst Claassen & Co.
Berlin-Groß-Lichterfelde-Ost

DAMPFMESSER

Wassermesser, Preßluftmesser, Gasmesser
mit und ohne Schreib- u. Zählwer
mit und ohne autom. Druckberichti

Gehre-Dampfmesser-Gesellschaf
Inh.: Dr. Martin Böhme
Berlin N 31. Brunnenstr. 156

DAMPFMESSER

Gasmesser, Luftmesser. Speise-wassermes

anzeigend, registrierer zählend.

Siemens & Halske A.-G. Wernerwe
Siemensstadt bei Berlin

STABE-DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser

anzeigend und registrierend, mi automat. Druckberücksichtigun Stabe-Dampfmesser D. R. P. 36532 in Hunderten von Ausführunge geliefert für Dampfmaschinen Dampfhämmer, Walzenzugmaschin Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R 2

Feodor Stabe Apparatebauansta
Berlin SO 26

DIAMANTWERKZEUG DIAMANTEN

seit 1847

1847

Ernst Winter & Sohn, Hamburg SW

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilungen der AEG

Der Bau von Ruthsspeichern.

Beanspruchungen des Materials. Der Bau von Ruthsspeichern macht infolge der größeren Abmessungen wesentlich größere Schwierigkeiten als die Herstellung von Kesseltrommeln. Außer der Beanspruchung auf inneren Überdruck, die im Kesselbau praktisch allein berücksichtigt wird, tritt eine Belastung durch das Gewicht der Wasserfüllung auf, die mit dem Quadrat des Durchmessers steigt. Demgegenüber wächst die durch Druck auftretende Beanspruchung linear mit dem Durchmesser. Wenn auch bei geringem Durchmesser die zusätzliche Beanspruchung durch Wassergewicht so klein ist, daß sie vernachlässigt werden kann, wächst dieser Einfluß mit steigendem Durchmesser. Bei den Durchmessern von 3 bis 5 m, die im Speicherbau angewendet werden, und einer Wasserfüllung von 90 bis 95 vH, werden deshalb besondere Maßnahmen erforderlich, um die Auflagerkräfte, die Gegenkräfte des Wassergewichtes, aufzunehmen. Dies macht um so mehr Schwierigkeit, je tiefer der Höchstdruck des Speichers ist. Bei den geringen Blechstärken, die mit Rücksicht auf Druckbeanspruchung notwendig sind, ist die Steifigkeit des Behälters so gering, daß besondere Versteifungen eingebaut werden müssen. Mit einem Druck von 2 atü ist die unterste Grenze für die Bemessung der Blechstärke erreicht, da Speicher für tieferen Betriebsdruck mit Rücksicht auf die Wasserbelastung keine dünneren Blechstärken haben dürfen. Bei hohen Drücken wird umgekehrt der Einfluß der Wasserbelastung mehr und mehr zurücktreten, auch im Verhältnis zum wachsenden Eisengewicht, so daß für diese Hochdruckspeicher die Verhältnisse ähnlich liegen wie für Kesseltrommeln großer Abmessungen. Der Unterschied in der Ausführung von Hochdruckspeichern und Niederdruckspeichern zeigt sich hauptsächlich in der Art der Auflagerung. Bei ihrer Ausbildung müssen Beanspruchungen durch Wärmedehnung vermieden werden, die infolge der großen Längenabmessungen der Behälter ungewöhnlich groß sind.

Eine besondere Beanspruchung der Nietnähte entsteht durch die Betriebsweise des Ruthsspeichers. Der Druck im Speicher und ebenso die Temperatur der Wasserfüllung schwanken im Laufe eines Tages mehrmals innerhalb weiter Grenzen. Die Nietnähte werden also durch veränderlichen Druck und Wärmedehnungen zusätzlich beansprucht, so daß auf die Nietarbeit noch größere Sorgfalt verwendet werden muß als bei der Herstellung von Kesseltrommeln.

Grenzen der Normung. Mit Rücksicht auf die hohen Anforderungen an die Nietarbeit ist es erwünscht, die Vernietung so weit als irgend möglich mit hydraulischen Vorrichtungen in der Werkstatt durchzuführen. Dies ist bei einer Beschränkung des Speicherdurchmessers auf 3 m möglich, da bei diesem Durchmesser der Speicherkörper, in zwei oder drei Teile zerlegt, auf gewöhnlichen Schienenwagen ohne jede Sondergenehmigung transportiert werden kann. Die Ortsmontage beschränkt sich dann auf die Nietung einiger Rundnähte. Die Wahl eines Durchmessers von 3 m gestattet außerdem bei niederem Speicherdruck normale, aus einem Stück gepreßte Kesselböden zu verwenden, statt genieteter Kugelböden. Der Durchmesser von 3 m darf ohnehin bei Hochdruckspeichern mit Rücksicht auf die behördlich zugelassenen Festigkeitszahlen nicht wesentlich überschritten werden. Die AEG hat deshalb unter weitgehender Normung der Einzelteile und unter Verwendung von Kesselschüssen einheitlicher Länge eine Typenreihe für 3 m Dmr. (s. Bild) ausgebildet. Es können aber örtliche Verhältnisse zu einer Anwendung anderer Durchmesser zwingen; besonders bei großen Niederdruckspeichern ist es erwünscht, auf Durchmesser bis zu 5 m zu gehen, um an Grundfläche zu sparen. In solchen Fällen erfolgt der größte Teil der Nietungen durch einen transportablen mechanischen Nietapparat an Ort und Stelle.

Auflagerung. Bei Hochdruckspeichern ist Sattelauflagerung gebräuchlich, wie sie bei Kesseltrommeln Anwendung findet, jedoch unter besonderer Berücksichtigung der Wärmedehnung. Bei großer Länge des Speichers wird in der Mitte ein fester Sattel angeordnet, über dem im Innern des Speichers ein Versteifungsgerüst angeordnet ist. Je ein Sattel zu beiden Seiten ist auf Rollen gelagert, um ungehinderte Ausdehnung zu gewährleisten. Bei Niederdruckspeichern genügt diese Anordnung nicht. Untersuchungen haben gezeigt, daß die größten Beanspruchungen bei halb mit Wasser gefülltem Speicher auftreten. Die entstehende Deformation wird hier größtenteils durch ein entgegenwirkendes Drehmoment aufgehoben, das durch besondere Anordnung der Auflagerung entsteht, indem der Auflagerdruck an einem Hebelarm wirkt, der größer ist als der Kesselradius. Von den vier Auflagerpratzen ist zur Vermeidung von Wärmespannungen die eine fest, zwei auf Rollen und eine als Pendelstütze angeordnet.

Besondere Fabrikationseinrichtungen. Um bei den außergewöhnlichen Anforderungen an die Vernietung Undichtigkeiten mit Sicherheit zu vermeiden, muß außer der Nietarbeit selbst auch die Vorbereitung der Bleche mit größter Sorgfalt geschehen. Hierfür hat die AEG eine Reihe von Spezialmaschinen ausgebildet.

Die Bleche der Mantelschüsse werden genau gerade gerichtet, die Stemmkanten auf einer Spezialmaschine gehobelt. Das Rollen geschieht in sorgfältiger Weise, um schädliche Materialspannungen zu verhüten. Vor dem Zusammensetzen der Einzelschüsse werden die Bleche blank gemacht und sehr genau angepaßt. Sie werden nicht im gestreckten, sondern im gerollten Zustand gebohrt. Beim Bohren der Kugelböden erfolgt das Weiterschalten des in Bearbeitung befindlichen Speicherteiles im Schritt der Nietteilung durch einen Spezialantrieb, den der bedienende Arbeiter betätigen kann, ohne seinen Standort zu verlassen. Die hydraulische Nietmaschine arbeitet unter Anwendung selbstregistrierender Kontrollapparate. Durch diese besonderen Fabrikationseinrichtungen konnte die AEG in ihren Werkstätten im Laufe eines Jahres eine große Anzahl von Speicherkörpern mit mehr als 1200 m³ Gesamtrauminhalt herstellen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-AUSNUTZUNG ABGAS-AUSNUTZUNG

für Heizung und Trocknung

Auslandsvertreter gesucht!

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57.

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" / D. R. P. mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D. R. P.

Entöler

Vorwärmer

Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler

Bühring A.-G., Landsberg
Bez. Halle / Maschinenfabr.
Kesselschmiede-Apparateb.

ADRESSEN

aller Art von In- und Ausland

Robert Tessmer A.-G., Berlin C 21
Gegr. 1878 Wallstr. 16 Gegr. 1878

ARBEITS- UND BERUFSKLEIDUNG

kauft man am Besten in dem ältesten und größten Spezialgeschäft von

Kohnen & Jöring, Berlin O 27
Alexanderstr. 12.

Siehe ausführliche Anzeige in den VDI-Nachrichten

ARMATUREN

Bügler & Co., Hannover-V
Maschinen- und Armaturenfabrik.

ARMATUREN

Dicker & Werneburg, G. m. b. H.
Halle/Saale

ARMATUREN

Sonderheiten Staufferbüchsen, Dochtöler, Federdruckbüchsen, Tropföler usw. Kleinöler für Fahrräder, Automobile usw. Helmöler, Drehöler, Klappöler, Trichterformöler, Stahl- u. Kugelöler

Wilhelm Lahr & Co.,
Metallwarenfabrik,
Zuffenhausen-Stuttgart

ARMATUREN

für Dampfkessel baut

Carl Vogel, Chemnitz

ARMATUREN

Ventile Schieber
für Satt- und Heißdampf
Wasser und Gase

Franz Seiffert & Co. A.-G.
Berlin C 19 Eberswalde

AUFWALZMASCHINEN

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

MSN

Aufzugswerke Nürnberg
M. Schmitt & Sohn
Schließfach 83
Gegründet 1861

München / Mannheim
Köln / Saarbrücken / Hannover
Hamburg / Berlin W / Essen
Frankfurt / Leipzig / Stuttgart

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme an 30000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge

Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik

ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen, Akten

Heime & Hans Herzfeld
Masch.- und Apparate-Fabrik
(Inh.: Ing. Paul Heime u. Willi Zick)
Halle a. d. Saale

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme
Spez.:
Industrieaufzüge

Maschinenfabrik Erich Gimpel
Berlin SO 33
Telephon: Moritzplatz, 1442 u. 7188
Lieferant. staatl. u. städt. Behörden

AUFZÜGE

Original Dreistern Aufzüge

Maschinenfabrik
Mühleissen m. b. H.
Elberfeld

AUFZÜGE, KRANE

Industrie-Aufzüge
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge

Maschinenfabrik Wiesbaden

AUFZÜGE

Aufzüge

FR. SCHÜLE & CO
AUFZÜGEFABRIK
FELDKIRCHEN b/MÜNCHEN

AUFZÜGE

Elektr. Aufzüge
mit Druckknopfsteuerung
Paternosteraufzüge
Selbsttätige Kippaufzüge für Kohlen- und Schlackenförderung

R. Stahl A.-G., Stuttgart

AUFZÜGE

in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe

Windscheid & Wendel
Eisengießerei und Maschinenfabrik
Düsseldorf-O.

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlagen mit sämtlichem Zubehör.
Gaswerkzeuge
für alle Gasarten.

Heime & Hans Herzfeld
Masch.- und Apparate-Fabrik
(Inh.: Ing. Paul Heime u. Willi Zick)
Halle a. d. Saale

B

BANDSTAHL

für alle Verwendungszwecke

Erich Loewe, G. m. b. H., Berlin C 19

BEHÄLTER

Lyra-Kompensatoren, Kessel, Kondensatormäntel, Rohrschlangen, Unterstützungen, Vorwärmer, Wasserabscheider,
Montagen im In- und Auslande durch

E. Otto Dietrich
Rohrleitungsbau-A.-G. Bitterfeld
Berlin-Wilmersdorf. Babelsbergerstr. 7
Eigenes Röhrenwerk.

BENZINLAGERUNGEN

höchster Vollendung

Martini & Hüneke,
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft.
Berlin SW 48

BLECH-ROHRLEITUNGEN

Rohre und Formstücke

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.
Berlin C 19 Eberswalde

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

KREUSER-DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- u. Gesenkarbeiten.

Adolf Kreuser G. m. b. H., Hamm (Westf.)

Werkstattausführung: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

SICHERHEITS-DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS-VENTILE

System „Bühring" D. R. G. M.

Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar.
Aus Vorrat lieferbar.

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle
Maschinenfabrik / Kesselschmiede
Apparatebau

CLAASSEN-DAMPFMESSER

Dampfzähler, Ventile mit kombinierten Dampfmesser, automatische Druckberücksichtigungen ohne Gelenke, nur eig. Patente. Ueber 1000 St. geliefert. In Niederdruck-Dampfmessern größter Umsatz Deutschlands.

Ernst Claassen & Co.
Berlin-Groß-Lichterfelde-Ost

DAMPFMESSER

Wassermesser, Preßluftmesser, Gasmesser
mit und ohne Schreib- u. Zählwerk; mit und ohne autom. Druckberichtig.

Gehre-Dampfmesser-Gesellschaft
Inh.: Dr. Martin Böhme
Berlin N 31. Brunnenstr. 156

DAMPFMESSER

Gasmesser, Luftmesser. Speisewassermesser
anzeigend, registrierend, zählend.

Siemens & Halske A.-G. Wernerwerk
Siemensstadt bei Berlin

DAMPFWINDEN

Dampframmen

Christiansen & Meyer
Maschinen- und Dampfkesselfabrik
Eisengießerei
Harburg b. Hamburg

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilungen der AEG

Optisches Betriebs-Pyrometer.

Die rege Nachfrage nach dem von der AEG hergestellten optischen Pyrometer und die günstige Beurteilung dieses Instrumentes seitens der Verbraucher haben zur Ausbildung einer kleineren Ausführungsform geführt, die wegen der geringeren Anschaffungskosten auch kleineren Betrieben und Werkstätten eine Möglichkeit bietet, sich dieses verhältnismäßig genauen Meßverfahrens zur Bestimmung hoher Temperaturen zu bedienen.

Über den großen Wert ständiger Messungen zur Ausführung und Überwachung betriebsmäßiger Arbeitsvorgänge im Gebiet hoher Temperaturen ausführlich an dieser Stelle zu sprechen, erübrigt sich, nachdem gerade in den letzten Jahren eine große Anzahl von Veröffentlichungen sich mit dieser Frage beschäftigt und aufklärend gewirkt hat. Deshalb sollen nur die wesentlichsten Gesichtspunkte und Grundzüge der neuen Ausführungsform geschildert werden.

AEG a b c TWL 8423

Bild 1. Einstellung eines optischen Pyrometers.

Ausgehend von dem allgemeinen Gesetz, daß gleicher Helligkeit von strahlenden Körpern auch die gleiche Temperatur entspricht, konnte bei der Neuausführung ohne weiteres das bewährte Prinzip beibehalten werden, bei dem die Helligkeit des Kohlenfadens einer elektrischen Glühlampe direkt mit der Helligkeit des zu messenden Körpers verglichen und in Übereinstimmung gebracht wird. Fließt beispielsweise bei diesem Meßverfahren durch die Lampe kein Strom, so erscheint beim Anvisieren durch das Instrument der Faden der Lampe als schwarzer Strich vor dem leuchtenden Objekt. Es wird dann die Stromstärke der Lampe mit Hilfe eines Vorwiderstandes solange reguliert, bis die Helligkeit des Kohlenfadens mit der des glühenden Körpers übereinstimmt und das Bild des Kohlenfadens sich gewissermaßen in der glühenden Fläche auflöst.

Die Art der Einstellung wird durch die in Bild 1 a bis 1 c dargestellten Aufnahmen näher veranschaulicht, die mit einem AEG-Pyrometer ausgeführt wurden. Bild 1 b zeigt die richtige Einstellung des Instrumentes, bei der die Helligkeit des Glühfadens der Lampe mit dem glühenden Objekt in Übereinstimmung gebracht worden ist; ist dagegen am Pyrometer eine zu niedrige Temperatur eingestellt, so hebt sich, wie auf Bild 1 a zu erkennen ist, der Faden der Lampe als schwarzer Strich vor dem beobachteten Objekt ab. Andererseits weist die größere Helligkeit des Lampenfadens in Bild 1 c darauf hin, daß am Pyrometer eine zu hohe Temperatur eingestellt wurde.

Der veränderliche Vorwiderstand befindet sich der Länge nach auf dem Beobachtungsrohre des Pyrometers und ist durch einen Kontaktschieber am äußeren Mantel einzustellen. Wenn daher die Abhängigkeit der Temperatur des glühenden Lampenfadens von der Stromstärke festgelegt ist, so kann unter Voraussetzung einer bestimmten Betriebsspannung die Stellung des Kontaktschiebers direkt zur Angabe der entsprechenden Temperatur benutzt werden. Demgemäß läßt sich an der auf dem Mantelrohr befindlichen Skala ohne weiteres die beobachtete Temperatur ablesen.

Als Betriebsspannung kann bei einem für die Praxis bestimmten Instrument nur die zur Verfügung stehende Netzspannung in Frage kommen, erfordert doch die Benutzung einer besonderen Spannungsbatterie, wie sie für andere optische Pyrometer benötigt wird, stets besondere Wartung und ihren jedesmaligen Transport zu der Stelle des Betriebes, an der die Messung vorgenommen werden soll.

Dementsprechend wird das Instrument bei Spannungen bis zu 220 V über einen festen Vorwiderstand und bei höheren Wechselstromspannungen über einen kleinen Transformator an das Netz angeschlossen. Schwankungen der Netzspannung können gegebenenfalls durch eine kleine Korrektur abgeglichen werden.

Das Instrument hat bei einer Länge von 34 cm nur ein Gewicht von 1 kg. Die Handhabung geht in der Weise vor sich, daß der Beobachter den Handgriff (Bild 2) mit der linken Hand erfaßt, das Pyrometer dann fernrohrartig auf den zu beobachtenden Gegenstand, z. B. das glühende Salzbad eines Härteofens richtet und mit der rechten Hand die erforderliche Stromstärke einstellt. Die Ablesung der Temperatur erfolgt an einem Teilstrich des Kontaktschiebers direkt auf der in Temperaturgrade geeichten Skala. Der Anschluß geschieht mit Hilfe des auf dem Bilde sichtbaren Steckers, beispielsweise durch eine am Ofen fest angebrachte Steckdose.

Das Bild läßt zugleich erkennen, daß das Instrument keine empfindlichen Teile besitzt, die durch einen rauhen Betrieb besonders gefährdet sind. Die praktische Ausführung der Messungen kann wegen der einfachen Handhabung und Einstellung auch von ungeschultem Personal leicht durchgeführt werden; dabei ist eine Abnutzung nicht vorhanden, da kein Teil des Pyrometers den hohen Temperaturen direkt ausgesetzt ist.

Entsprechend den Anforderungen der Praxis wurde das Instrument für zwei Meßbereiche ausgeführt, von denen der eine das Gebiet von 700 bis 1200 °, der andere die höheren Temperaturen von 1100 bis 1600 °C umfaßt. Eine derartige Teilung hat sich besonders aus dem Grunde als zweckmäßig erwiesen, weil die Arbeitsvorgänge eines Betriebes fast in allen Fällen entweder in dem einen oder anderen Bereich liegen.

AEG TWL 8324

Bild 2. Optisches Betriebs-Pyrometer der AEG.

Die optischen Pyrometer der AEG haben sich in vielen Gießereibetrieben gut bewährt, sie werden in Gasanstalten, bei Dampfkessel- und Feuerungsanlagen mit Erfolg verwendet, finden bei Arbeiten mit Schmelz-, Muffel- und Trockenöfen sowie zur Überwachung des Härtevorganges bei Härteöfen umfangreiche Verwendung und unterstützen auch in der Glas-, Porzellan- und Steingutindustrie vorteilhaft den Fabrikationsgang.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" / D. R. P. mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D. R. P.

Entöler

Vorwärmer

Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle / Maschinenfabr. Kesselschmiede-Apparateb.

ADRESSEN

aller Art von In- und Ausland

Robert Tessmer A.-G., Berlin C 21
Gegr. 1878 Wallstr. 16 Gegr. 1878

ALUMINIUMGUSS

und Metallguß

Dann & Co., Berlin S 59
Planufer 92b

ARBEITS- UND BERUFSKLEIDUNG

kauft man am Besten in dem ältesten und größten Spezialgeschäft von

Kohnen & Jöring, Berlin O 27
Alexanderstr. 12.
Siehe ausführliche Anzeige in den VDI-Nachrichten

ARMATUREN

Dicker & Werneburg, G. m. b. H.
Halle/Saale

ARMATUREN

Sonderheiten Staufferbüchsen, Dochtöler, Federdruckbüchsen, Tropföler usw. Kleinöler für Fahrräder, Automobile usw. Helmöler, Drehöler, Klappöler, Trichterformöler, Stahl- u. Kugelöler

Wilhelm Lahr & Co.,
Metallwarenfabrik, Zuffenhausen-Stuttgart

ARMATUREN

Ventile Schieber für Satt- und Heißdampf Wasser und Gase

Franz Seiffert & Co. A.-G.
Berlin C 19 Eberswalde

AUFWALZMASCHINEN

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme an 30000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge

Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik
ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

AUFZÜGE

MSN

Aufzugswerke Nürnberg
M. Schmitt & Sohn
Schließfach 83
Gegründet 1861
München / Mannheim
Köln / Saarbrücken / Hannover
Hamburg / Berlin W / Essen
Frankfurt / Leipzig / Stuttgart

AUFZÜGE

Elektrische Aufzüge für Personen oder Lasten mit Seil- oder elektrischer Steuerung
Paternosteraufzüge für Personen

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Original Dreistern-Aufzüge

Maschinenfabrik Mühleissen m. b. H.
Elberfeld

AUFZÜGE, KRANE

Industrie-Aufzüge
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge

Maschinenfabrik Wiesbaden

AUFZÜGE

Aufzüge

FR. SCHÜLE & CO
AUFZÜGEFABRIK
FELDKIRCHEN b/ MÜNCHEN

AUFZÜGE

in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe

Windscheid & Wendel
Eisengießerei und Maschinenfabrik
Düsseldorf-O.

BANDSTAHL

für alle Verwendungszwecke

Erich Loewe, G. m. b. H., Berlin C 19

BENZINLAGERUNGEN

höchster Vollendung

Martini & Hüneke,
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft.
Berlin SW 48

BIEGSAME WELLEN

Armaturen dazu, Kesselrohrreiniger
Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-W. Steglitzerstr. 21D

BLECH-ROHRLEITUNGEN

Rohre und Formstücke

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.
Berlin C 19 Eberswalde

BOHRFUTTER

„Deboga"

Bohrfutter
D. R. P. und A. P.
ist vom Guten das Beste u. beherrscht die gesamte Bohrtechnik
Wieder-Verkäufer verlangt Angebote

DEUTSCHE BOHRFUTTER-GESELLSCHAFT m. b. H.
AUGSBURG * Bezirk 3

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

KREUSER-DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- u. Gesenkarbeiten.

Adolf Kreuser G. m. b. H., Hamm (Westf.)
Werkstattausführung: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

SICHERHEITS-DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS-VENTILE

System „Bühring" D. R. G. M.

Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar. Aus Vorrat lieferbar.

Bühring A.-G., Landsberg Bez. H
Maschinenfabrik / Kesselschmi
Apparatebau

CLAASSEN-DAMPFMESSER

Dampfzähler, Ventile mit kombi
Dampfmesser, automatische D
berücksichtigungen ohne Gelenk
eig. Patente. Ueber 1000 St. geli
In Niederdruck-Dampfmesser
größter Umsatz Deutschland

Ernst Claassen & Co.
Berlin-Groß-Lichterfelde-Os

DAMPFMESSER

Belastungsmesser in verschie Ausführungen, Luftmengenmesser, Manomete Wassermesser, Thermometer

J. C. Eckardt A.-G.
Stuttgart-Cannstatt

DAMPFMESSER

Wassermesser, Preßluftmesse
Gasmesser
mit und ohne Schreib- u. Zählw
mit und ohne autom. Druckberic

Gehre-Dampfmesser-Gesellsch
Inh.: Dr. Martin Böhme
Berlin N 31. Brunnenstr. 155

DAMPFMESSER

Gasmesser, Luftmesser. Spei wasser

anzeigend, registrie zählend.

Siemens & Halske A.-G. Werner
Siemensstadt bei Berlin

STABE-DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesse
anzeigend und registrierend,
automat. Druckberücksichtig
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 36
in Hunderten von Ausführun
geliefert für Dampfmaschi
Dampfhämmer, Walzenzugmasch
Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste

Feodor Stabe Apparatebauan
Berlin SO 26

DAMPFTROCKNE

„ORCA" / D. R. P.

Dampfrei
Entwäss
erzeugt
reine
schlamm
trocke
Damp

Kohlenersparnis bis 15%

Bühring A.-G., Landsberg Bez.
Maschinenfabrik - Kesselschm
Apparatebau

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

LHL (Linke-Hofmann-Lauchhammer)-Mitteilungen

Schnellentladewagen von großem Fassungsraum.

Die Entleerung von Massengütern, wie Kohle, Koks usw. aus den normalen Güterwagen der Reichsbahn geschah bisher hauptsächlich durch Greifer, die das Ladegut von oben herausholen oder auch mittels sogenannter Waggonkipper, bei denen die Entleerung durch Kippen des ganzen Wagens um seine Querachse über die Stirnwand erfolgt. Vielfach geschieht aber die Entleerung auch noch von Hand aus durch Arbeiter. Man hat in den letzten Jahren versucht, diese noch immer sehr zeitraubenden und kostspieligen Entleerungsvorgänge zu vereinfachen und zu verbilligen. Zu diesem Zwecke werden heute schon in einer großen Zahl von Betrieben sogenannte Schnellentladewagen verwendet, bei denen meist nach dem Auslösen irgend eines Verschlusses die Entleerung selbsttätig erfolgt. Auch die Deutsche Reichsbahn ist allmählich dazu übergegangen, derartige Wagen mit Selbstentladeeinrichtung in ihren Wagenpark einzustellen.

Was die Betriebsbedingungen anlangt, die bezüglich der Entladung zu stellen sind, so müssen an den Entladestellen Vorkehrungen getroffen werden, die ein restloses selbsttätiges Entladen der Wagen gewährleisten. Dies zu erreichen, können verschiedene Wege eingeschlagen werden, und zwar indem man unter den Gleisen Bunker errichtet bzw. die Gleise durch Pfeilerbahnen erhöht. In manchen Fällen genügt schon ein geringes Höherlegen der Gleise, um ein restloses selbsttätiges Entleeren der Wagen zu ermöglichen. Es steht nichts im Wege, die Bunker auch neben den Gleisen zu errichten. Doch hängt dies ganz von den örtlichen Verhältnissen ab.

Bei Schnellentladewagen sind im wesentlichen zwei Arten zu unterscheiden, und zwar: 1. reine Schnellentlader, d. h. solche, die ausschließlich zum Transport von Schüttgütern aller Art dienen, zum Transport von Stückgütern aber nicht geeignet sind, 2. Schnellentlader mit flachem Boden, welche sich auch zum Transport von Stückgütern jeder Art eignen. Zur ersten Kategorie gehören die Trichter- und Sattelwagen, zur zweiten die sogenannten Flachbodenschnellentladewagen.

Die Sattelwagen, welche ausschließlich zur Beförderung von Massengütern dienen, gestatten die Entleerung nach beiden Seiten gleichzeitig. Das Öffnen und Schließen der Seitenwandklappen geschieht meist durch Schneckenrad- oder ähnliche Getriebe, die von den Wagenlängsseiten oder auch von der Plattformseite aus betätigt werden können. Die Betätigung der Klappen kann aber auch durch Druckluft erfolgen.

Die Trichterwagen dienen gleichfalls nur zur Beförderung von Massengütern. Die Entleerung des Kasteninhaltes bzw. die Betätigung des Verschlusses zu den Klappen erfolgt von einer Stelle aus durch nur einen Mann und kann hier wahlweise nach der einen oder anderen Seite oder nach beiden Seiten zugleich erfolgen. Trichterwagen mit großem Fassungsvermögen bis 60 cbm und hohen Ladegewichten bis zu 50 t wurden von der Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G., Werk Breslau, viel gebaut. Die gefahrlose einfache Bedienbarkeit des Verschlusses und die zweckmäßige Bauart ist als besonderes Kennzeichen der Wagen zu betrachten. Solche Schnellentladewagen arbeiten in den verschiedensten Betrieben schon seit Jahren zur vollsten Zufriedenheit.

Ganz besondere Bedeutung haben die Flachbodenschnellentladewagen (s. Abb.), auch Großgüterwagen genannt, wovon im Jahre 1923 zwanzig Stück durch die Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. Werk Breslau nach eigenen Patenten für die Deutsche Reichsbahn gebaut worden sind. Die Wagen besitzen einen Fassungsraum von 64 cbm und ein Ladegewicht von 50 t. Sie haben infolge ihrer flachen Bodenkonstruktion den Vorteil einer vielseitigen Verwendbarkeit und Freizügigkeit im Eisenbahnbetrieb und sind überall dort angebracht, wo in der einen Richtung Massengüter transportiert werden, während in der anderen Richtung hauptsächlich Stückgüter zu befördern sind. Auf die Wirtschaftlichkeit dieser Großgüterwagen im allgemeinen ist bereits an anderer Stelle eingehend hingewiesen worden. Die vorliegende Bauart hat neben ihrer außerordentlichen Einfachheit im Bau wie in der Handhabung den besonderen Vorzug, daß sie sich für alle Arten von Massengütern gleich gut eignet, weil beim Entladen eine ungewöhnlich große Öffnung für das auslaufende Ladegut freigegeben wird. Hierbei ist hervorzuheben, daß das Ausschütten oder Entladen auch dann gewährleistet ist, wenn es sich um Güter handelt, die infolge der Erschütterungen während der Fahrt oder infolge von Frost leicht zusammenbacken, da im Augenblick der Entleerung gleichzeitig und vollkommen selbsttätig ein mechanisches Aufbrechen der Ladung stattfindet. Die Wagen entsprechen in ihren äußeren Abmessungen dem Transitprofil und sind daher geeignet, auch nach den Auslandsstaaten zu laufen. Die Entleerung erfolgt nach beiden Seiten gleichzeitig.

13843

In jeder Seitenwand befinden sich zwei Türen in der bisher üblichen Ausführung, um das Be- und Entladen von Stückgütern zu ermöglichen. Der Boden besteht aus zwei Hälften, die durch Scharniere gelenkig miteinander verbunden sind. Durch die am Boden angebrachten Rollen werden die beiden Bodenhälften auf die an den Langträgern befestigten schrägen Laufschienen abgestützt. Der Unterstützungspunkt des Bodens ist dabei so gewählt, daß nach dem Öffnen der Daumenwellenverschlüsse bei beladenem Wagen der Boden sich selbsttätig zu einem Eselsrücken aufstellt und nach der Entladung in seine horizontale Lage wieder selbsttätig zurückkehrt. Die Daumenwellen können von beiden Wagenlangseiten beliebig oder von einer unter dem Wagen befindlichen Grube betätigt werden. Die Verschlüsse befinden sich an den Stirnenden, wodurch jede Kastenhälfte für sich besonders entleert werden kann. Als Bremse sind zwei normale Bremszylinder Bauart Kunze-Knorr vorgesehen, die so geschaltet werden, daß beim leeren Wagen nur die zwei Kammern des einen Zylinders, bei beladenem Wagen die vier Kammern beider Zylinder auf sämtliche vier Achsen wirken. Außer der Luftdruckbremse ist noch eine Handbremse eingebaut, die nur auf die beiden Achsen eines Drehgestelles wirkt und als sog. Verschiebebremse gedacht ist. Die Wagen sind mit selbsttätiger Mittelkupplung Bauart Willison ausgerüstet und besitzen außerdem an einem Ende Hülsenpuffer. An Stelle der bei diesen verwendeten zweiachsigen Drehgestelle können die Wagen auch mit 4 Lenkachsen ausgerüstet werden, wodurch sich ihr Eigengewicht bedeutend vermindert. Die LHL-Flachbodenschnellentlader sind zweifellos als ein Fortschritt im Eisenbahnwesen zu betrachten.

Im übrigen hat die Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. auch Schnellentladewagen für ganz spezielle Zwecke, wie zum Transport von Rohbraunkohle, Stein- und Braunkohlenstaub, Rohzucker etc. gebaut, die sich ihrer einfachen Handhabung und Zweckmäßigkeit wegen besonders gut eingeführt haben.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilungen der AEG

Elektrischer Antrieb und selbsttätige Vorschubreglung von Sägegattern.

Elektrischer Einzelantrieb von Sägegattern wurde bisher nur vereinzelt ausgeführt, weil die Meinung bestand, daß sich für den stark schwankenden Kraftbedarf der Sägegatter der Einzelantrieb nicht eigne, bzw. starke und daher nicht immer gut ausgenützte Motoren gewählt werden müßten. Gründliche Versuche, deren Einzelheiten in dem von der AEG herausgegebenen Buch „Elektrizität in der Holzindustrie" enthalten sind, haben gezeigt, daß die AEG-Motoren ohne weiteres imstande sind, die im Gattersägenbetrieb vorkommenden Belastungsschwankungen und Überlastungen im Dauerbetrieb ohne jeden Schaden oder mehr als normale Abnützung auszuhalten.

Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, die Vorteile des elektrischen Einzelantriebes auszunützen, die gerade im Sägewerk sehr bedeutend sind. Zunächst kann, wie Bild 1 zeigt, die Unterkellerung auf das Gatter- und Motor-Fundament und auf den Raum für die Späneabfuhr beschränkt werden, was beträchtliche Ersparnisse an Baukosten bedeutet. Durch die Unabhängigkeit von der Zentraltransmission lassen sich auch die einzelnen Maschinen des Sägewerkes und der Nebenbetriebe so anordnen, wie es der Arbeitsgang erfordert, und dadurch an Transportkosten und an Transportpersonal sparen. Ferner kann man das Sägewerk in einzelne Gebäude aufteilen, wodurch die Feuersicherheit erhöht wird, und die Verfeinerung vom Rundholz bis zum Versand in einer fortlaufenden Richtung ohne Stockungen und mit den geringsten Transportkosten ausführbar wird. Weiter ermöglicht der Einzelantrieb die Verwendung von maschinellen Transporteinrichtungen, durch die nicht nur die Transportkosten noch weiter ermäßigt werden, sondern auch die Leistung erhöht wird.

AEG TWL 8642

Bild 1. Vollgatter mit elektrischem Einzelantrieb.

AEG TWL 8643

Bild 2. Geschlossener mantelgekühlter Drehstromgattermotor mit angebautem Anlasser.

Endlich soll die ganz bedeutende Kraft- und Schmiermaterialersparnis nicht vergessen werden, die sich durch Wegfall der Transmissionen, Vorgelege, Leerlaufscheiben usw. infolge des Einzelantriebs der Gatter und der übrigen Maschinen ergibt.

Bild 1 zeigt, daß das Anlassen und Abstellen des Motors vom Bedienungsstand durch ein einziges Handrad erfolgt. Der Anlasser ist an den Motor angebaut, die Bürstenabhebe- und Kurzschlußvorrichtung wird zwangläufig vom Anlasser betätigt, so daß Fehlgriffe unmöglich sind. Die Leerscheibe am Gatter fällt weg; der Anlauf und das Abstellen geschieht mit dem Motor selbst, so daß der Motor in den Pausen und beim Auswechseln der Sägen ohne jeden Stromverbrauch stillsteht. Es kommen auch selbsttätige Anlasser zur Anwendung, die durch Druckknöpfe bedient werden. Die Motoren werden zweckmäßig in staubdicht geschlossener, mantelgekühlter Ausführung, Bild 2, mit eigenem eingebauten Ventilator gewählt.

Durch den Einzelantrieb der Sägegatter läßt sich außerdem eine große Leistungssteigerung der Gatter selbst und eine Ersparnis an Bedienungspersonal erzielen, wenn man die selbsttätige elektrische Vorschubregelung der AEG verwendet. Diese Vorrichtung besteht, wie Bild 3 zeigt, aus einem kleinen Hilfsmotor mit Übersetzungsgetriebe, Grenzschaltung und Kupplung für Handeinstellung.

Das Getriebe wird mit dem Vorschubwerk jedes beliebigen Gatters durch eine Spindel mit Mutter oder durch ein Hebelgestänge in Verbindung gebracht und regelt dann den Vorschub bzw. die Schnittgeschwindigkeit so, daß sich einerseits selbsttätig der je nach dem Schnittmaterial, der Anzahl der eingespannten Sägen und dem Zustand der Sägenzähne größtmögliche Vorschub einstellt, andererseits aber eine unerwünschte Überlastung des Gatters, der Antriebsteile, des Motors und der Stromquelle nicht möglich ist. Erreicht wird dieses durch Stromwächter, die in die Zuleitung des Hauptmotors eingeschaltet sind, und die den Hilfsmotor für den Vorschub wie folgt steuern: Solange die volle Stromstärke des Hauptmotors nicht erreicht ist, wird der Vorschub vergrößert. Bei annähernd voller Motorstromstärke bleibt der erreichte Vorschub unverändert. Kommt eine astige Stelle oder steigt die Belastung etwa durch Stumpfwerden der Sägen, so wird durch die Stromwächter der Hilfsmotor sofort in entgegengesetzter Richtung eingeschaltet, d. h. der Vorschub wird soweit als nötig vermindert.

AEG TWL 8644

Bild 3. Selbsttätige Vorschubverstell-Vorrichtung.

Durch diese Einrichtung kann man, unabhängig von der Aufmerksamkeit des Bedienungspersonals, aus jedem Gatter unter allen Verhältnissen die volle Leistung herausholen und erhält gleichzeitig eine selbsttätige Anzeige für den Betriebszustand des Gatters und der Sägen sowie für den Zeitpunkt, zu dem die Sägen ausgewechselt werden müssen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" / D.R.P. mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D.R.P.

Entöler

Vorwärmer

Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler

Bühring A.-G., Landsberg
Bez. Halle / Maschinenfabr.
Kesselschmiede-Apparateb.

ADRESSEN

aller Art von In- und Ausland

Robert Tessmer A.-G., Berlin C 21
Gegr. 1878 Wallstr. 16 Gegr. 1878

ALUMINIUMGUSS

und Metallguß

Dann & Co., Berlin S 59
Planufer 92b

ARBEITS- UND BERUFSKLEIDUNG

kauft man am Besten in dem ältesten und größten Spezialgeschäft von

Kohnen & Jöring, Berlin O 27
Alexanderstr. 12.
Siehe ausführliche Anzeige in den VDI-Nachrichten

ARMATUREN

Dicker & Werneburg, G.m.b.H.
Halle/Saale

ARMATUREN

für

Dampf,
Gas,
Wasser

liefert
als Spezialität

Theodor Kaulen, Berlin.

ARMATUREN

Sonderheiten Staufferbüchsen, Dochtöler, Federdruckbüchsen, Tropföler usw. Kleinöler für Fahrräder, Automobile usw. Helmöler, Drehöler, Klappöler, Trichterformöler, Stahl- u. Kugelöler

Wilhelm Lahr & Co.,
Metallwarenfabrik,
Zuffenhausen-Stuttgart

ARMATUREN

Ventile Schieber
für Satt- und Heißdampf
Wasser und Gase

Franz Seiffert & Co. A.-G.
Berlin C 19 Eberswalde

AUFWALZMASCHINEN

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

MSN

Aufzugswerke Nürnberg
M. Schmitt & Sohn
Schließfach 83
Gegründet 1861
München / Mannheim
Köln / Saarbrücken / Hannover
Hamburg / Berlin W / Essen
Frankfurt / Leipzig / Stuttgart

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme an 30000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge

Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik
ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

AUFZÜGE

Elektrische Aufzüge für Personen oder Lasten mit Seil- oder elektrischer Steuerung Paternosteraufzüge für Personen

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Original Dreistern Aufzüge — Sicherheit, Prüfbereit, Dauer, Haft, Sicher — M M E

Maschinenfabrik
Mühleissen m. b. H.
Elberfeld

AUFZÜGE

Aufzüge

FR. SCHÜLE & CO
AUFZÜGEFABRIK
FELDKIRCHEN B/MÜNCHEN

AUFZÜGE

in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe

Windscheid & Wendel
Eisengießerei und Maschinenfabrik
Düsseldorf-O.

AUFZÜGE, KRANE

Industrie-Aufzüge
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge

Maschinenfabrik Wiesbaden

B

BANDSTAHL

für alle Verwendungszwecke

Erich Loewe, G.m.b.H., Berlin C 19

BEHÄLTER

Lyra-Kompensatoren, Kessel, Kondensatormäntel, Rohrschlangen, Unterstützungen, Vorwärmer, Wasserabscheider, Montagen im In- und Auslande durch

E. Otto Dietrich
Rohrleitungsbau-A.-G. Bitterfeld
Berlin-Wilmersdorf. Babelsbergerstr. 7
Eigenes Röhrenwerk.

BENZINLAGERUNGEN

höchster Vollendung

Martini & Hüneke,
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft.
Berlin SW 48

BIEGSAME WELLEN

Armaturen dazu, Kesselrohrreiniger

Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-W. Steglitzerstr. 21D

BOHRFUTTER

„Deboga"

DEBOGA

Bohrfutter
D. R. P. u. A. P.
selbstspannend
reformiert jeden Bohrbetrieb zu technischer
Vollkommenheit
und erspart bei jeder Bohrmaschine jährlich
80 Lohnstunden
Ueberall im Werkzeughandel zu haben
DEUTSCHE BOHRFUTTER-GESELLSCHAFT m. b. H.
AUGSBURG * Bezirk 3

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)

Reuther Tiefbau G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof 7

BLECH-ROHRLEITUNGEN

Rohre und Formstücke

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.
Berlin C 19 Eberswalde

D

KREUSER-
DAMPFHÄMMER

D.R.P.

mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- u. Gesenkarbeiten.

Adolf Kreuser G.m.b.H., Hamm (Westf.)

Werkstattausführung: Wagner & Co. Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H. Dortmund.

SICHERHEITS-
DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS-VENTILE

System „Bühring" D.R.G.M.

Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar.
Aus Vorrat lieferbar.

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Hall
Maschinenfabrik / Kesselschmiede
Apparatebau

CLAASSEN-
DAMPFMESSER

Dampfzähler, Ventile mit kombinier Dampfmesser, automatische Druc berücksichtigungen ohne Gelenke, n eig. Patente. Ueber 1000 St. geliefe In Niederdruck-Dampfmessern größter Umsatz Deutschlands.

Ernst Claassen & Co.
Berlin-Groß-Lichterfelde-Ost

DAMPFMESSER

Wassermesser, Preßluftmesser, Gasmesser mit und ohne Schreib- u. Zählwerk mit und ohne autom. Druckberichtig

Gehre-Dampfmesser-Gesellschaft
Inh.: Dr. Martin Böhme
Berlin N 31. Brunnenstr. 156

DAMPFMESSER

Gasmesser, Luftmesser, Speisewassermess

anzeigend, zählend, registrieren

Siemens & Halske A.-G. Wernerwer
Siemensstadt bei Berlin

STABE-
DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser anzeigend und registrierend, mit automat. Druckberücksichtigung Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365328 in Hunderten von Ausführungen geliefert für Dampfmaschinen, Dampfhämmer, Walzenzugmaschine Fördermaschinen u. dergl. Man verlange Referenzenliste R 24

Feodor Stabe Apparatebauanstal
Berlin SO 26

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Mitteilungen aus der Industrie.

Mitgeteilt von der Rohr- und Seilpostanlagen G. m. b. H., (Mix & Genest)

Jeder ersparte Schritt ist Gewinn. (*Henry Ford*)

Werkförderanlagen.

Die Not der Zeit zwingt unsere Industrie, die Wirtschaftlichkeit ihrer Werke aufs höchste zu steigern. Dies ist in erster Linie möglich durch die Verwendung zeit- und lohnsparender Einrichtungen, die Benutzung von Spezialmaschinen und die Herstellung ihrer Fabrikate in möglichst großen Mengen. Ein wichtiges Glied dieser Werkeinrichtungen sind die Förderanlagen, die den Zweck haben, die im Werk verarbeiteten Materialien von dem Rohlager über die Arbeitsstelle, Teillager, Montagewerkstatt und Revision zur Expedition zu fördern.

Bild 1. Wagen und Aufzug einer Elektrohängebahn, System Haller-Mix & Genest

Die Rohr- und Seilpostanlagen G. m. b. H. (Mix & Genest) hat für obigen Zweck verschiedene Fördersysteme ausgebildet, die sich im praktischen Betrieb bestens bewährt haben. Es sei insbesondere auf eine Anordnung verwiesen, die die Beförderung von Kästen mit Einzelteilen auf automatischem Wege ermöglicht.

Die in Bild 1 dargestellte Förderanlage besteht aus einer Elektrohängebahn, die nach dem Patent Haller-Mix & Genest in Verbindung mit Aufzügen, die selbsttätige Beförderung von Kasten mit Materialien bewirkt. Es ist nur nötig, den Kasten auf das Abgabefach eines Aufzuges zu stellen. Die Weiterbeförderung erfolgt dann ohne jedes weitere Zutun des Personals. Der Wagen der Elektrohängebahn ist mit einem Behälter ausgerüstet, auf dem ein Kasten Platz hat. Sobald er sich einem Aufzug nähert, schaltet er dessen Motor ein. Der Aufzug fördert den auf ihm befindlichen Kasten mit Material in die Höhe der Elektrohängebahn. Wenn der Wagen den Aufzug passiert, wird der Kasten durch einen am Wagen befindlichen Mitnehmer von dem Aufgabefach des Aufzuges abgestreift und von dem Wagen mitgenommen. Nähert sich der Wagen seinem Bestimmungsort, so schaltet er den Aufzug ein. Dieser steigt hoch, und der Kasten wird nach dem gleichen Verfahren auf den Aufnahmebehälter des Wagens abgesetzt. Sobald sich der Wagen entfernt, schaltet er den Aufzug für Abwärtsbewegung ein, worauf der Kasten dem Aufzug entnommen werden kann.

Die Steuerung des Wagens und der Aufzüge erfolgt auf elektrischem Wege vollkommen automatisch durch Druckknöpfe (Bild 2), in ähnlicher Weise wie bei einem Aufzug mit Druckknopfsteuerung. Nach diesem System ist es möglich, einen Kasten mit Material in einem Fabrikgebäude von einem beliebigen Punkt nach einem anderen hin zu dirigieren. Der Verkehr spielt sich bei einer Anlage mit z. B. 10 Stationen derart ab, daß jede beliebige Station zu jeder anderen direkt senden und auch von ihr empfangen kann, ohne daß eine Umladung oder eine Mittelsperson notwendig wäre.

Eine derartige Anlage wird mit mehreren Wagen ausgerüstet, deren Zahl sich nach der Dichte des Verkehrs richtet. Bei einer Stationszahl von 10 genügen in der Regel 3—4 Wagen für den Verkehr. Die elektrischen Steuerungseinrichtungen der Wagenaufzüge sind so getroffen, daß z. B. ein beladener Wagen alle Stationen passiert und erst auf derjenigen, welche die Sendung erhalten soll, den Aufzug zum Aufsteigen veranlaßt. Sämtliche Stationen sind mit Signallampen ausgerüstet. Sobald auf einer Station ein Knopf gedrückt wird, leuchtet bei der Zielstation eine Glühlampe auf, die anzeigt, daß eine Sendung für sie unterwegs ist. Nach Ankunft der Sendung erlischt die Lampe.

Bild 2. Druckknopfplatte für elektrisch gesteuerte Werkförder-Anlagen.

Das Elektropost-System Haller-Mix & Genest hat den Vorzug, außerordentlich anpassungsfähig zu sein; es kann auch in bestehende Gebäude leicht eingebaut werden. Die Führung der Gleise in jeder Richtung ist ohne Schwierigkeiten möglich. Durch die Vermittlung der Bahn können sämtliche Etagen eines oder mehrerer Gebäude miteinander verbunden werden, und zwar können Gefäße bis zum Gewicht von 100 kg befördert werden. Es bestehen aber keine technischen Schwierigkeiten, auch größere Lasten durch entsprechend größere Anordnung der Gleise und Apparate zu transportieren.

Hochleistungsölschalter

Mitteilungen der Voigt & Haeffner A.-G., Frankfurt a. M.

Abb. 1.
Hochleistungsschalter 600 A 10—20000 Volt

Mit den in den letzten Jahren immer schneller wachsenden Zentralenleistungen sind auch die Ansprüche an die Schaltleistung der Ölschalter gewachsen. Da in der Folge Ölschalterexplosionen immer weniger selten wurden, ging man daran, Vorbeugungsmittel dagegen zu finden. Zum Teil wurde versucht, der Gefahr dadurch zu begegnen, daß man die Schalter druckfest baute. Einer möglichen Explosion sollte dabei also die Auswirkung ins Freie verwehrt und ihr Druck im Schalter selbst unschädlich gemacht werden.

Wir wollen es dahingestellt sein lassen, zu welchen Konstruktionen man dabei kommen muß, um schließlich eine unbedingte Explosionssicherheit zu gewährleisten; wir haben jedenfalls bei unseren Hochleistungsschaltern auf diesen Weg bewußt verzichtet und lieber eine Bauart gewählt, die überhaupt verhindert, daß es zu Explosionen kommt.

Auch wir haben eine starke Armierung der Ölkessel (Abb. 1) vorgenommen, damit diese den schlagartig wirkenden Drucken, die beim Abschalten starker Kurzschlüsse auftreten, widerstehen zu können. Aber ein etwa in der Luftschicht über dem Ölspiegel möglicher Überdruck kann bei unseren Schaltern durch entsprechend ausgebildete Öffnungen sofort seinen Ausgleich mit der Außenluft finden, so daß sich eine druckfeste Verbindung von Ölkessel und Schalterdeckel erübrigt. Wir sind dabei der Meinung, daß es an sich überhaupt bedenklich ist, Explosionen druckfest abzufangen und erinnern in diesem Zusammenhang nur an die Bauvorschriften für Räume, die der Fabrikation von Brennstoffen dienen sollen.

Für die Erhöhung der Schaltleistung sind ebenfalls verschiedene Mittel vorgeschlagen worden, u. a. auch die Anbringung von Löschkammern an den Kontakten, wobei der Lichtbogen beim Heraustreten aus den Kontakten schneller als gewöhnlich zum Erlöschen kommt. Auch darauf wurde bei den neuen Schaltern verzichtet, da u. E. ein Ölschalter in seinem Innern so einfach wie möglich, ja geradezu von robuster Beschaffenheit sein müßte, um jede Gefahrenquelle durch zufälliges Nichtfunktionieren von vornherein auszuschließen.

Abb. 2.
Schnellschaltverklinkung, Steg abgenommen

Abgesehen von theoretischen Erwägungen, die uns den Weg wiesen, haben wir vor allem auch unsere 20jährigen Erfahrungen auf diesem Gebiet zusammengefaßt, um zwei Ziele zu erreichen, die sicher zu höheren Schaltleistungen führen müssen, und zwar:

1. Die Vergrößerung des Ausschaltweges.
2. Eine höchstmögliche Geschwindigkeit für die Bewegung der Schaltmesser.

Bei der ersten Forderung war dabei besonders zu berücksichtigen, daß die äußeren Abmessungen zwecks Austauschbarkeit nicht zu sehr die der normalen Serienschalter überstiegen. Beide Ziele wurden erreicht, und zwar in der Hauptsache durch ein neues, sehr kräftiges Schnellschaltwerk (Abb. 2), dessen besondere Eigenschaft darin besteht, nach Auslösen die eigentliche Schnellschaltung in der Zeit, in der die Schaltmesser sich noch in den Kontakten bewegen, vorzubereiten, um nach Heraustreten sofort die höchste Geschwindigkeit zu erreichen.

Da Weg und Geschwindigkeit für das sichere Unterbrechen des Lichtbogens von ausschlaggebender Bedeutung sind, glauben wir, daß diese Bauart allen zukünftigen Ansprüchen genügt. Tatsächlich sind die bisherigen Erfahrungen mit unserem neuen Schalter auch durchaus befriedigend.

Als weitere Merkmale dieser Schalter nennen wir noch die sehr tief unter Öl liegenden Kontakte, deren besonders einfache, aber kräftige Bauart (bei den höheren Stromstärken sind sie mit Doppelschleifbürsten versehen) und die äußerst kräftig ausgebildeten Abreißfinger, ferner die neue Form einer direkten Maximalauslösung (Abb. 3), die, nur als Kurzschlußauslöser gedacht, die Gefahren der aufgebauten Auslöser vermeidet. Die Auslösung erfolgt dabei durch Stromwandler, die entweder als Durchführungsstromwandler eingebaut sind oder für die schon in der Anlage vorhandenen Stromwandler benutzt werden können.

Abb. 3.
Direkte Kurzschlußauslösung

Unsere Hochleistungsschalter werden normal als Fernschalter verwendet, wobei die Betätigung durch Zugmagnete erfolgt. Außerdem und vorzüglich für Schaltstellen, an denen Gleichstrom nicht vorhanden ist, empfehlen wir zum Antrieb dieser Ölschalter Federschaltwerke für Handbetätigung und für Motoraufzug. Diese Einrichtungen sind auch zum Parallelschalten gut verwendbar, da die Einschaltung hierbei schneller als durch die schweren Magnetaufzüge erfolgt. Für Handbetätigung werden besondere mechanische Vorrichtungen geliefert.

Die Ausführung der Schalter erfolgt vorerst in den folgenden Größen:

Bezeichnung:	Betriebsspannung:	Porzellanhöhe:	Schaltleistung KVA:	Schalterbreite:
	Volt	mm		
H O B	5—10 000	180	300 000	ähnl. Serie 4
H O C	10—20 000	250	300 000	ähnl. Serie 5
H O D	20—35 000	250	300 000	größer.

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilungen der AEG

Ruthsspeicher im Lokomotivschuppen.

Bestehende Wärmeverluste. Die Lokomotiven werden während ihrer Wartezeit in Schuppen untergebracht; eine kleine Anzahl muß während der Ruhepause instandgesetzt werden. Mit jeder Lokomotive kommt eine beträchtliche Wärmemenge in den Schuppen, und zwar durchschnittlich 1 Million WE als Flüssigkeitswärme und ein weiterer Betrag durch die noch brennende Kohle. Soweit für innere Instandsetzungen ein Ablassen des Kesselwassers erforderlich ist, geht diese Wärme vollständig verloren. Aber auch bei den übrigen Maschinen treten Verluste auf. Das Feuer wird in der Regel aus Sicherheitsgründen gelöscht, und durch Ausstrahlung sinkt der Kesseldruck während der durchschnittlichen Wartezeit auf Atmosphärendruck. Diese verlorene Wärme muß vor der Ausfahrt in der Anheizperiode der Feuerung mit einem Wirkungsgrad von höchstens 50 vH wieder ersetzt werden.

Bedingungen für Wiedergewinnung. Es wäre naheliegend, den Kesselinhalt zu entleeren und in einem gut isolierten Behälter aufzubewahren, um die Abkühlungsverluste herabzusetzen. Dies würde aber eine größere Zahl von Druckpumpen und Regelorganen notwendig machen, da es sich um Speisewasser von über 100° handelt. Für die Maschinen selbst wäre es auch nicht zulässig, das gesamte Kesselwasser in aufgeheiztem Zustand abzugeben, da durch den rasch entstehenden Temperaturunterschied die schädliche Erscheinung des Rohrlaufens begünstigt wird. Berücksichtigt man, daß die hohen Ausstrahlungsverluste durch die Temperatur des Kesselwassers im Überdruckgebiet bedingt sind, so zeigt sich, daß es praktisch genügt, die über 100° liegende Flüssigkeitswärme abzuführen, die sich bequem als Dampf fortleiten läßt, ohne den Wasserinhalt wesentlich zu vermindern. Eine Dampfringleitung nimmt den Abblasedampf der einfahrenden Lokomotiven auf und heizt die bereitzustellenden Maschinen auf, indem der Dampf in das Kesselwasser eingeblasen wird. Durch die Unregelmäßigkeiten des Fahrplans stimmt aber die Zahl der einfahrenden Lokomotiven nicht zu jeder Zeit mit den ausfahrenden Maschinen überein, wodurch die im Zeitplan dargestellten Unregelmäßigkeiten zwischen Dampfaufnahme der Ringleitung und Dampfabgabe auftreten.

Ruthsspeicher. Es muß also ein Speicher vorhanden sein, der imstande ist, die Unterschiede zwischen Dampflieferung und Dampfbedarf auszugleichen. Diese Aufgabe erfüllt ein Ruthsspeicher geringer Abmessungen, der ohne besondere Regelvorrichtung an die Ringleitung angeschlossen wird, und der in den Grenzen seiner Speicherfähigkeit Dampf beliebig schnell aufnehmen und abgeben kann. Die Zeit für das Abblasen und Aufladen der Lokomotivkessel kann dann so gewählt werden, daß unzulässig große und schnelle Temperaturänderungen für den Lokomotivkessel vermieden werden.

Die Anordnung der Speicheranlage kann den verschiedenartigen Betriebsbedingungen gut angepaßt werden. In nebenstehendem Schaltbild (Bild 1) sind an die Speicheranlage noch einige Dampfverbraucher (Raumheizung, Sandtrockner und Kocher) angeschlossen. Durch Dampfschlauch „3" wird die einfahrende Maschine über das Heizventil „2" an die Sammelleitung „B" solange angeschlossen, bis der Druck im Lokomotivkessel auf den Speicherdruck gesunken ist. Hierauf wird das Absperrventil „b" geschlossen und „a" geöffnet, wodurch der Lokomotivkessel in unmittelbare Verbindung mit der Sammelleitung der Dampfverbraucher gebracht wird. Die Lokomotive wird vom Verbrauchernetz abgeschaltet, wenn der Druck auf den Druck der Dampfverbraucher gefallen ist. Reicht die von den Lokomotiven den Dampfverbrauchern zugeführte Dampfmenge nicht aus, so wird durch das automatische Reduzierventil „C" der noch erforderliche Dampf aus dem Speicher zugesetzt. Beim Bereitstellen wird der Lokomotive Dampf durch das Ablaßventil „1" zugeführt. Der kondensierende Dampf steigt längs der Feuerbuchswand auf und erzeugt eine gute Wärmeverteilung auch an den Heizrohrbündeln.

Bild 1. Schaltbild des Ruthsspeichers im Lokomotivschuppen.

1 Ablaßventil, 2 Heizventil, 3 Dampfschlauch, 4 Heizung, 5 Wasserbottich, 6 Sandtrockner, 7 Ruthsspeicher, A Sammelleitung, B Sammelleitung, C autom. Reduzierventil, a und b Absperrventil

Die wichtigste Projektierungsunterlage stellt der wiedergegebene Zeitplan (Bild 2) dar, da sich aus ihm die Bemessung des Speichervolumens und die Wahl des Höchstdruckes ergibt. Die in dem oberen Teil des Zeitplans liegenden schräg verlaufenden Kurven stellen den Druckverlauf der abblasenden Lokomotiven dar. Einige dieser Abblasekurven enden bei dem Druck von 4 atü, die übrigen setzen sich bis auf den Druck von 1 atü fort. Die Verschiedenheit in der Druckabsenkung der Lokomotiven erklärt sich durch den kürzeren oder längeren Aufenthalt im Schuppen. Die stark ausgezogenen Abblasekurven gelten für Maschinen, die ausgewaschen werden, von denen also nicht nur die Überdruckwärme, sondern auch das 100° warme Wasser nach restlosem Abblasen durch Zuschalten eines Warmwasserbehälters geringer Abmessungen wieder nutzbar gemacht werden kann. In dem unteren Teil des Bildes sind durch Pfeile die Abfahrzeiten der bereitgestellten Lokomotiven angedeutet, in die zuvor Dampf aus dem Ruthsspeicher zugeführt worden ist. Die durch den oberen Teil des Bildes sich schräg durchziehende Kurve stellt den Druckverlauf im Ruthsspeicher dar. Den höchsten Wert erreicht der Druck im Speicher nachts 12 Uhr, er sinkt in den ersten Morgenstunden trotz verhältnismäßig vieler ankommender Maschinen rasch ab, da bis gegen 6 Uhr sehr viele Maschinen bereitgestellt werden müssen. Über Tag sind dann meist nur kleinere Dampfüberschüsse vorhanden, die eine Drucksteigerung im Ruthsspeicher verursachen. Für die Größenbestimmung des Speichers ist maßgebend, ob außer dem Wärmeaustausch der ein- und ausfahrenden Maschinen noch Dampfverbraucher an die Speicheranlage angeschlossen sind. Ist der Bedarf der Dampfverbraucher groß, so kann mit einem verhältnismäßig kleinen Ruthsspeicher ein vollständiger Ausgleich erzielt werden; es ist in diesem Falle dann auch nebensächlich, ob der Höchstdruck im Ruthsspeicher beträchtlich hoch liegt. Anders liegen die Verhältnisse, wenn keine weiteren Dampfverbraucher angeschlossen sind. In solchen Fällen ist es vorteilhaft, den Speicher nur in Druckgrenzen von 0 bis 3 atü arbeiten zu lassen, was allerdings ein größeres Speichervolumen erforderlich macht.

Bild 2. Zeitplan.

Die Wärmeersparnisse. Für einen nach dem abgebildeten Zeitplan (Bild 2) belasteten Schuppen, in den täglich etwa 50 Maschinen einfahren, ist ein Ruthsspeicher von etwa 50 bis 60 m³ Rauminhalt erforderlich, dessen Höchstdruck 5 atü beträgt. Die von diesen Maschinen freiwerdende Wärmemenge beträgt etwa 13 Millionen WE/Tag; bei einem Wärmeverlust der Rohrleitungsanlage und des Speichers von 20 % beträgt die wieder nutzbar gemachte Wärme ungefähr 10,4 Millionen WE, wofür beim schlechten Anheizwirkungsgrad der Feuerung annähernd 3300 kg Steinkohle im Tag aufgebraucht werden müßten. Im Jahr belaufen sich die Kohlenersparnisse ungefähr auf 1200 t, wodurch sich die Anlage von Ruthsspeicher und Rohrleitungen in etwa 1½ Jahren bezahlt macht.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" / D. R. P. mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D. R. P.

Entöler

Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler

Vorwärmer

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle / Maschinenfabr. Kesselschmiede-Apparateb.

ADRESSEN

aller Art von In- und Ausland

Robert Tessmer A.-G., Berlin C 21

Gegr. 1878 Wallstr. 16 Gegr. 1878

ALUMINIUMGUSS

und Metallguß

Dann & Co., Berlin S 59

Planufer 92 b

ARBEITS- UND BERUFSKLEIDUNG

kauft man am Besten in dem ältesten und größten Spezialgeschäft von

Kohnen & Jöring, Berlin O 27

Alexanderstr. 12.

Siehe ausführliche Anzeige in den VDI-Nachrichten

ARMATUREN

Dicker & Werneburg, G. m. b. H.

Halle/Saale

ARMATUREN

für Dampf Gas Wasser liefert als Spezialität

Theodor Kaulen, Berlin

ARMATUREN

Sonderheiten Staufferbüchsen, Dochtöler, Federdruckbüchsen, Tropföler usw. Kleinöler für Fahrräder, Automobile usw. Helmöler, Drehöler, Klappöler, Trichterformöler, Stahl- u. Kugelöler

Wilhelm Lahr & Co.,

Metallwarenfabrik, Zuffenhausen-Stuttgart

ARMATUREN

Ventile Schieber für Satt- und Heißdampf Wasser und Gase

Franz Seiffert & Co. A.-G.

Berlin C 19 Eberswalde

AUFWALZMASCHINEN

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,

Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

MSN

Aufzugswerke Nürnberg

M. Schmitt & Sohn

Schließfach 83

Gegründet 1861

München / Mannheim Köln / Saarbrücken / Hannover Hamburg / Berlin W / Essen Frankfurt / Leipzig / Stuttgart

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme an 30000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge

Carl Flohr A.-G., Berlin N 4

Maschinenfabrik

ca. 2000 Arbeiter und Beamte

Gegründet 1852

AUFZÜGE

Elektrische Aufzüge für Personen oder Lasten mit Seil- oder elektrischer Steuerung Paternosteraufzüge für Personen

Maschinenfabrik

Gustav Ad. Koch

Hamburg 39

AUFZÜGE

Original-Dreistern-Aufzüge

Maschinenfabrik

Mühleissen m. b. H.

Elberfeld

AUFZÜGE, KRANE

Industrie-Aufzüge

Paternoster-Aufzüge

Personen-Aufzüge

Maschinenfabrik Wiesbaden

AUFZÜGE

Aufzüge

FR. SCHÜLE & CO

AUFZÜGEFABRIK FELDKIRCHEN b/MÜNCHEN

AUFZÜGE

in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe

Windscheid & Wendel

Eisengießerei und Maschinenfabrik

Düsseldorf-O.

AUFZÜGE

für Personen und Lasten, spez. Druckknopfsteuerung Paternoster-Aufzüge

Adolf Zaiser, Maschinenfabrik,

Stuttgart.

BANDSTAHL

für alle Verwendungszwecke

Erich Loewe, G. m. b. H., Berlin C 19

BENZINLAGERUNGEN

höchster Vollendung

Martini & Hüneke,

Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft.

Berlin SW 48

BIEGSAME WELLEN

Armaturen dazu, Kesselrohrreiniger

Maschinenfabrik Otto Püschel

Berlin-Lichterfelde-W. Steglitzerstr. 21 D

BLECH-ROHRLEITUNGEN

Rohre und Formstücke

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.

Berlin C 19 Eberswalde

BOHRFUTTER

„Deboga"

D. R. P. u. A. P.

nennt sich das beste

Bohrfutter

der Welt, welches

selbstspannend

den vollkommensten Bohrbetrieb verbürgt und jährlich

80 Lohnstunden

nur an einer Bohrmaschine einspart. / „Deboga" ist allenthalben im Handel zu haben.

DEUTSCHE BOHRFUTTER-GESELLSCHAFT m. b. H. AUGSBURG * Bezirk 3

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)

Reuther Tiefbau G. m. b. H.

Mannheim-Waldhof 7

BÜRSTEN

für die gesamte Industrie zu Maschinen- oder Reinigungszwecken nach Angabe und Zeichnung

Bürstenfabrik „Universum"

Joseph Pötz, Neuwied.

KREUSER-DAMPFHÄMM

D. R. P.

mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- u. Gesenkarbeiten.

Adolf Kreuser G. m. b. H., Hamm (Westf.)

Werkstattausführung: Wagner & C Werkzeugmaschinenfabrik m. b. Dortmund.

SICHERHEITS-DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS-VENTILE

System „Bühring" D. R. G. M.

Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar. Aus Vorrat lieferbar.

Bühring A.-G., Landsberg Bez. H.

Maschinenfabrik / Kesselschmie Apparatebau

CLAASSEN-DAMPFMESSER

Dampfzähler, Ventile mit kombin Dampfmesser, automatische Dr berücksichtigungen ohne Gelenke, u eig. Patente. Ueber 1000 St. gelie In Niederdruck-Dampfmesser größter Umsatz Deutschlands

Ernst Claassen & Co.

Berlin-Groß-Lichterfelde-Ost

DAMPFMESSER

Gasmesser, Luftmesser, Speis wasserm

anzeigend, registrier zählend.

Siemens & Halske A.-G. Wernerw

Siemensstadt bei Berlin

STABE-DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser

anzeigend und registrierend, automat. Druckberücksichtigu Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365 in Hunderten von Ausführung geliefert für Dampfmaschin Dampfhämmer, Walzenzugmaschi Fördermaschinen u. dergl. Man verlange Referenzenliste

Feodor Stabe Apparatebauanst

Berlin SO 26

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilung der AEG

Die Wirtschaftlichkeit des AEG-Systems für selbsttätigen elektrischen Kompressorbetrieb D. R. P.

Nach dem AEG-System für selbsttätigen elektrischen Kompressorbetrieb (s. Z. 1924 Heft 1 S. 33) wird der elektrisch angetriebene, in Verbindung mit einem Druckluftspeicher stehende Kompressor bei Erreichung eines Höchstdruckes mit dem Antriebsmotor stillgesetzt und nach einiger Zeit, in der die Druckluftentnahme aus dem Speicher erfolgt und der Druck zurückgegangen ist, selbsttätig, und zwar unter Leerlauf wieder angelassen. Beim älteren Verfahren läuft der Kompressor mit dem Motor auch in den Pausen weiter, in denen die Entnahme aus dem Speicher erfolgt. Die Stromersparnisse beim AEG-System gegenüber dem älteren Verfahren zeigt folgendes Beispiel: Ansaugemenge des Kompressors etwa 1100 m³/h, Drehzahl des Motors etwa 735 Uml./min, Leistungsaufnahme bei Vollast im Mittel 100 kW, Leistungsaufnahme bei Leerlauf 25 kW, erforderliche Arbeit bei 1 Leeranlauf etwa 0,35 kWh. Gemäß Bild 2 wurde der Kompressor an einem Tage 49mal angelassen; die Arbeitsdauer unter Vollast betrug 5,1 Stunden, die Dauer der Pausen 5,4 Stunden. Der kWh-Verbrauch betrug demnach

a) beim älteren Verfahren:

$$\underbrace{100 \cdot 5{,}1}_{\text{Vollastbetrieb}} + \underbrace{25 \cdot 5{,}4}_{\text{Leeranlaufbetrieb}} = 645 \text{ kWh}.$$

b) beim AEG-System:

$$\underbrace{100 \cdot 5{,}1}_{\text{Vollastbetrieb}} + \underbrace{0{,}35 \cdot 49}_{\text{Leeranlaufarbeit}} = \text{rd. } 527 \text{ kWh}.$$

Da bei a) und b) Vollastleistung und Vollastzeiten gleich sind, ergibt sich die Ersparnis einfach aus dem Produkt: Leerlaufsverbrauch × Summe der Leerlaufzeiten bei a) abzüglich der Leeranlaufsverluste bei b), im vorliegenden Falle mithin rd. 118 kWh. Bei 300 Arbeitstagen und einem kWh-Preis von 0,10 Gm. beträgt demnach die jährliche Ersparnis

$$118 \times 300 \times 0{,}10 = 3500 \text{ Gm}.$$

Unter Berücksichtigung des Mehrpreises des selbsttätigen Anlassers mit Zubehör gegenüber einem Handanlasser hat sich die Einrichtung bereits in etwa sechs Monaten bezahlt gemacht (Punkt A in Bild 1).

Ein besonders ungünstiges Merkmal des älteren Verfahrens ist noch der schlechte cos φ während der Leerlaufzeit, während beim AEG-System der Motor stets gut belastet ist, also mit hohem Wirkungsgrad und gutem cos φ arbeitet. Deshalb ist bei Drehstromanlagen, die nach dem älteren Verfahren arbeiten, die nachträgliche, bequem vorzunehmende Umstellung auf das AEG-System besonders zu empfehlen.

Bild 2. Betriebsdiagramm einer Elektro-Kolbenkompressoranlage für etwa 1100 m³/h während eines Arbeitstages.

Der Leerlaufsverbrauch des beim älteren Verfahren durchlaufenden Kompressors mit Motor beträgt je nach der Größe 20 bis 30 vH vom Vollastbedarf, wohingegen beim AEG-System die 4 bis 8 mal in der Stunde eintretenden Anlaßverluste verschwindend sind. Der Einfluß der Leerlaufdauer ist von so überragender Bedeutung, daß sich in Abhängigkeit hiervon (s. Bild 1) die Rentabilität nachweisen läßt. Die Kurven a, b und c geben unmittelbar die Zeit an, in der sich die selbsttätige Leeranlaßvorrichtung durch die Stromersparnis bezahlt macht. Die zugrunde gelegten Werte sind der Praxis entnommen. Wählt man als höchste Amortisationszeit 18 Monate, so zeigt sich, daß bei einer 400 kW-Anlage die Regelung nach dem AEG-System selbst bei nur 10 vH Leerlaufsdauer noch rentabel ist; für kleinere Anlagen liegt die Grenze etwa bei 25 vH. Nur wenn die Summe der einzelnen Leerlaufzeiten dauernd geringer ist und außerdem bei Drehstromantrieb die Frage der Phasenkompensation eine Lösung erfordert, ist Regelung mittels Aussetzers und Antrieb durch einen Motor mit Phasenverbesserung geboten.

a = Amortis. Zeit für Vollastverbrauch 25 kW Leerlaufsverbrauch 30 vH je kWh 0,15 Mk
b = Amortis. Zeit für Vollastverbrauch 100 kW Leerlaufsverbrauch 25 vH je kWh 0,10 Mk
c = Amortis. Zeit für Vollastverbrauch 400 kW Leerlaufsverbrauch 20 vH je kWh 0,10 Mk
h = Anlaßhäufigkeit je Stunde.

Bild 1. Monatliche Amortisationszeiten für selbsttätige Leeranlaßvorrichtungen bei 250 Betriebsstunden je Monat.

Die Leerlaufdauer in vH der Gesamtbetriebzeit ist als Abszisse gewählt worden, weil dadurch gleichzeitig die für die Bemessung des Selbstanlassers wichtige Anlaßhäufigkeit (das ist die Zahl der je Stunde dauernd zulässigen Anlaßvorgänge) aufgetragen werden kann (Kurve h). Die Anlaßhäufigkeit ist bei etwa 50 vH Leerlaufdauer am größten und nimmt stets bei geringerer oder größerer Leerlaufsdauer ab. Die Auslegung der Anlage muß so erfolgen, daß die größte Anlaßhäufigkeit nicht überschritten wird. Diese ist von der gewählten Druckdifferenz und dem Speicherinhalt (Windkessel + Rohrleitung) abhängig. Für dessen Berechnung besteht bei Kompressoranlagen mit Selbstanlasser die Beziehung:

$$\text{Speicherinhalt in m}^3 = \frac{1}{3} \cdot \frac{\text{Kompressoransaugeleistung in m}^3/\text{h}}{\text{Anlaßhäufigkeit} \cdot \text{Druckdifferenz in at}}$$

Der Hauptdruckluftspeicher ist in der Nähe der Preßluftverbraucher, also dort aufzustellen, wo die Preßluft am kühlsten ist. Bei Aufstellung in Kompressornähe muß er etwas größer gewählt werden.

Da sich das AEG-System inzwischen bereits bis zu 1000 PS bestens bewährt hat, sei noch mit Bild 3 ein Hinweis gebracht, wie es selbst in größten Werken mit eigener Stromerzeugung vorteilhaft Anwendung finden kann. Der Anteil der Preßlufterzeugung ist dabei im Mittel zu etwa 20 vH der Gesamtstromerzeugung angenommen worden. Die Grundbelastung in der Preßluftversorgung der Zentralen belastung übernimmt ein durchlaufender Kompressor; ein gleich großer Elektrokompressor mit selbsttätiger elektrischer Regelung übernimmt die Spitzenbelastung. Im Bild 3 ist in dem angenommenen Verlauf der Zentralenbelastung die Kompressorbelastung mitenthalten, des besseren Vergleichs wegen aber auch für sich angegeben worden. Es zeigt sich, daß der besonders eingetragene, nur zeitweise einsetzende Verbrauch des Spitzenkompressors im Vergleich zur Gesamtstromerzeugung so gering ist, daß die Primäranlage einschließlich Kessel bei Dampfbetrieb die Schwankungen anstandslos aufnimmt. Besteht die Preßlufterzeugungsanlage aus Turbokompressoren, so ist der Betrieb eher günstiger, weil sich die Turbokompressoren infolge ihrer Charakteristik schon bis zu einem gewissen Grade dem Verbrauch selbsttätig anpassen.

a = Grundbelastungskompressor vollbelastet durchlaufend
b = Spitzenkompressor mit Selbstanlasserregelung über a
c = Zentralenbelastung ohne Spitzenkompressor
d = " mit "

Bild 3. Beispiel einer Zentralenbelastung unter Berücksichtigung des Einflusses der Kompressoren.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

LHL (Linke-Hofmann-Lauchhammer)-Mitteilungen

Der Bettingtonkessel.

Für die Kohlenstaubfeuerung sind folgende Gesichtspunkte maßgebend:

1. Vermeiden besonderer Trockentrommeln und Verbrennen der Kohle im natürlichen Zustande.
2. Gestaltung des Feuerraumes und Leitung des Verbrennungsprozesses derart, daß auch gröbere Kohlenteilchen restlos verbrennen und eine möglichst einfache Kohlenmühle ausreicht.
3. Aufrechterhaltung einer guten Durchmischung von Kohlenstaub und Luft bis zur völligen Verbrennung. (Größere Staubteilchen bevorzugen meist eine bestimmte Richtung und brannten daher unter normalen Kesseln nicht völlig aus.)
4. Schaffung einer Ausmauerung von genügender Widerstandsfähigkeit.
5. Bequeme Entfernung der Schlacke.

Um alle diese Forderungen restlos zu erfüllen, wurden bei der Konstruktion des Bettingtonkessels grundsätzlich neue Wege eingeschlagen, um die Schwierigkeiten zu überwinden, die bis dahin der Kohlenstaubfeuerung entgegenstanden. Es werden bei dieser Kesselart im Gegensatz zu anderen Konstruktionen erstmalig verwendet:

a) senkrecht nach oben gerichtete Brenner,
b) pilzförmig zurückkehrende Flamme (Fontaine),
c) Heizflächen, die konzentrisch zum Brenner angeordnet sind,
b) eigenartig ausgemauerte Feuerräume.

14656

3 Schrägrohrkessel 600 qm

3 Bettingtonkessel 630 qm

Der Bettingtonkessel ist ein stehender Kessel mit geraden, ringförmig angeordneten Wasserrohren. Die Überhitzerrohre umschlingen die äußeren Wasserrohre, und über dem Kessel ist ein Luftvorwärmer angeordnet, der durch die abziehenden Rauchgase beheizt wird.

Die sehr einfache, eigenartig konstruierte Mühle bildet mit dem Kessel ein Aggregat. In ihr wird die Kohle zu Staub vermahlen, welcher unter gleichzeitiger Zuführung der warmen Verbrennungsluft zur Düse gelangt. Durch die senkrechte Anordnung der Düse wird das Gemisch in den zu ihr konzentrisch liegenden Feuerraum in Form einer Fontaine eingeblasen. Es wird hierdurch erzielt:

1. Umschließen des eintretenden Brennstoffgemisches durch einen heißen Mantel, um den Kohlenstaub sicher zu entgasen und zu entzünden.
2. Ein dauerndes Verschieben der Kohlenteilchen in der sie umgebenden Verbrennungsluft, um möglichst alle Luft zur Verbrennung heranzuziehen.

Aus der günstigen Zusammenwirkung aller bei der Konstruktion verfolgten neuen Gesichtspunkte ergeben sich eine Reihe sehr bemerkenswerter Vorzüge des Bettingtonkessels.

Eine Reinigung ist nur selten erforderlich, da der Kessel durch die senkrechte Lage der Rohre und hohen Gasgeschwindigkeiten gegen Flugaschenverschmutzung besonders unempfindlich ist.

Ausbesserungen an der Ausmauerung des Feuerraumes sind sehr gering und selten nötig. Die Chamotteausmauerung der inneren Rohre überzieht sich in kurzer Zeit mit einer völlig dichten Schlackenhaut, die durch dauernd nachfließende Schlacke in einer bestimmten Stärke gehalten wird. Dieser Schlackenüberzug ist feuerbeständig.

Eine Reinigung der Rohre ist auch bei schlechtem Speisewasser selten erforderlich. Infolge der feinen Zerteilung des Brennstoffes schmelzen die unverbrennlichen Bestandteile und die Rückstände bilden eine Art Schlacken, die sich unterhalb der Düse im Aschenraum ansammeln und leicht abgezogen werden können.

Der Kessel ohne Economiser ergibt eine Dampfleistung von normal 28 bis 30 kg pro m² Heizfläche und Stunde bei einem Wirkungsgrad von 78 bis 80 vH. Es läßt sich sehr aschenreiche (bis 20 vH) Kohle gut verfeuern und die Verbrennung ist rauchfrei. Der Dampfverbrauch der Kohlenmühle (einschließlich Ventilator) beträgt bei obigen Heizflächenbelastungen 2½ bis 3 vH der erzeugten Dampfmenge. In kürzester Zeit kann der Kessel unter Dampf gesetzt werden. Die Flamme wird auf einfachste Weise — etwa durch brennende Putzlappen — nach Inbetriebsetzung der Mühle angesteckt. Auch bei schlechtem Speisewasser ist die Lebensdauer der Rohre eine sehr große.

Die Kessel können in Größen von 210 m², 300 m², 400 m² Heizfläche gebaut werden. Bei Zentralen erfolgt die Aufstellung der Kessel in Batterien und die Anordnung wird dann derart getroffen, daß jeder Kessel von 2 Mühlen beschickt werden kann. Der Platzbedarf für eine derartige Kesselbatterie ist gegenüber demjenigen der normalen Wasserrohrkessel sehr gering.

G a r a n t i e z a h l e n : Die Verdampfung beträgt 28 bis 30 kg/m² bei einer Speisewassertemperatur von 50 °C und einer Feuchtigkeit der Staubkohle von 10 vH unter der Voraussetzung, daß die Kohle mindestens 10 vH flüchtige Bestandteile und nicht mehr als 25 vH Asche enthält. Wirkungsgrad des Kessels mit Lufterhitzer 78 bis 80 vH. Kohlensäuregehalt 14 bis 16 vH.

Für die Ausmahlung gilt folgendes: Von der gemahlenen Kohle gehen 85 vH durch ein Sieb von 4900 Maschen/cm². Die Verbrennung erfolgt fast restlos bis zu 99 vH. Brennbare Rückstände in der Asche ca. 1 vH. Die noch zulässige Feuchtigkeit der Kohle beträgt 15 bis 17 vH.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" / D. R. P. mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D. R. P.

Entöler

Vorwärmer

Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler

Bühring A.-G., Landsberg
Bez. Halle / Maschinenfabr. Kesselschmiede-Apparateb.

ADRESSEN

aller Art von In- und Ausland

Robert Tessmer A.-G., Berlin C 21
Gegr. 1878 Wallstr. 16 Gegr. 1878

ALUMINIUMGUSS

und Metallguß

Dann & Co., Berlin S 59
Planufer 92 b

ARBEITS- UND BERUFSKLEIDUNG

kauft man am Besten in dem ältesten und größten Spezialgeschäft von

Kohnen & Jöring, Berlin O 27
Alexanderstr. 12.
Siehe ausführliche Anzeige in den VDI-Nachrichten

ARMATUREN

Dicker & Werneburg, G. m. b. H.
Halle/Saale

ARMATUREN

für Dampf Gas Wasser liefert als Spezialität

Theodor Kaulen, Berlin

ARMATUREN

Ventile Schieber für Satt- und Heißdampf Wasser und Gase

Franz Seiffert & Co. A.-G.
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

für die Industrie, jeder Betriebsart und Größe ferner Akten-, Speise-, Kohlen- und Wäscheaufzüge

ca. 1000 Anlagen ausgeführt

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. Main
Gegründet 1816

AUFWALZMASCHINEN

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

MSN

Aufzugswerke Nürnberg
M. Schmitt & Sohn
Schließfach 83
Gegründet 1861
München / Mannheim
Köln / Saarbrücken / Hannover
Hamburg / Berlin W / Essen
Frankfurt / Leipzig / Stuttgart

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme an 30000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge

Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik
ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

AUFZÜGE

Elektrische Aufzüge für Personen oder Lasten mit Seil- oder elektrischer Steuerung
Paternosteraufzüge für Personen

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Original-Dreistern-Aufzüge

Maschinenfabrik Mühleissen m. b. H.
Elberfeld

AUFZÜGE, KRANE

Industrie-Aufzüge
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge

Maschinenfabrik Wiesbaden

AUFZÜGE

Aufzüge

FR. SCHÜLE & CO
AUFZÜGEFABRIK
FELDKIRCHEN B/MÜNCHEN

AUFZÜGE

in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe

Windscheid & Wendel
Eisengießerei und Maschinenfabrik
Düsseldorf-O.

B

BANDSTAHL

für alle Verwendungszwecke

Erich Loewe, G. m. b. H., Berlin C 19

BENZINLAGERUNGEN

höchster Vollendung

Martini & Hüneke,
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft.
Berlin SW 48

BERGWERKS-MASCHINEN

für Gewinnung und Beförderung

Preßluft resp. elektr. Antrieb

Dt. Bergbaumaschinen G. m. b. H.
Beuthen O.-S.

BOHRFUTTER

„Deboga"

D. R. P. u. A. P.

nennt sich das in der Maschinenindustrie Erstaunen erregende

selbstspannende

Bohrfutter

welches bei vollkommenster Bohrtechnik auch noch an jeder Bohrmaschine jährlich

30 Lohnstunden

einspart. / Ueberall im Werkzeughandel erhältlich.

DEUTSCHE BOHRFUTTER-GESELLSCHAFT m. b. H.
AUGSBURG ✱ Bezirk 3

BIEGSAME WELLEN

Armaturen dazu, Kesselrohrreiniger
Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-W. Steglitzerstr. 21

BLECH-ROHRLEITUNGEN

Rohre und Formstücke

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.
Berlin C 19 Eberswalde

BRECHER „ZICK-ZACK"

Hammermühlen.

Wichtige Neuerungen.

Friedrich Haas
Lennep (Rhld.)

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

KREUSER-DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- u. Gesenkarbeiten.

Adolf Kreuser G. m. b. H., Hamm (Westf.)

Werkstattausführung: Wagner & Co. Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H. Dortmund.

SICHERHEITS-DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS-VENTILE

System „Bühring" D. R. G. M.

Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar.
Aus Vorrat lieferbar.

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle
Maschinenfabrik / Kesselschmiede
Apparatebau

CLAASSEN-DAMPFMESSER

Dampfzähler, Ventile mit kombinierten Dampfmesser, automatische Druckberücksichtigungen ohne Gelenke, n eig. Patente. Ueber 1000 St. geliefert
In Niederdruck-Dampfmessern größter Umsatz Deutschlands.

Ernst Claassen & Co.
Berlin-Groß-Lichterfelde-Ost

STABE-DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser anzeigend und registrierend, mit automat. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365328
in Hunderten von Ausführungen geliefert für Dampfmaschinen, Dampfhämmer, Walzenzugmaschinen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R 2

Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilung der AEG

AEG-Öltriebwagen mit Zahnradübertragung.

Erhöhung der Wirtschaftlichkeit ist das Gebot der Stunde. Ganz besonders gilt dies für die Bahnbetriebe, vor allem für die Klein- und Nebenbahnen, die wie kaum ein anderes Unternehmen unter den Nachwirkungen des Krieges zu leiden haben. Auf jede Art müssen sie versuchen, die Ausgaben mit den Einnahmen in Einklang zu bringen, und zwar nicht durch Einschränken der Verkehrsmöglichkeit, sondern durch eine zweckmäßige Gestaltung und Erweiterung des Fahrplanes, der die Verkehrsbedürfnisse der Anwohner und Durchreisenden weitestgehend berücksichtigen muß.

Mit langen Dampfzügen ist dies nicht zu erreichen; sie sind zu schwerfällig und kostspielig. Kleine Dampfzugeinheiten würden den Betrieb nur noch unwirtschaftlicher gestalten, da die für größere Züge bemessenen Maschinen nur zum geringen Teil ausgenutzt werden könnten.

Hier ist der leichte und schnelle AEG-Öltriebwagen am Platze, wenn die Grundbedingung für seine Brauchbarkeit, die Trennung des Personen- vom Güterverkehr, erfüllt wird. Hierdurch werden die Reisenden in die Lage versetzt, ihr Ziel in wesentlich kürzerer Zeit zu erreichen als mit den gemischten Zügen, in denen sie an den sehr zeitraubenden Rangierbewegungen auf den Bahnhöfen teilnehmen müssen. Auch dem Güterverkehr erwachsen durch die Trennung vom Personenverkehr erhebliche Vorteile; statt mehrerer kleiner Züge kann ein schwerer Güterzug gefahren und somit eine nicht unwesentliche Ersparnis erzielt werden.

Den grundsätzlichen, sehr einfachen maschinellen Aufbau der von der AEG gemeinsam mit der NAG und den LHL-Werken gebauten Öltriebwagen zeigt Bild 1. In einem leichten, aber durchaus widerstandsfähigen Untergestell ruht der Verbrennungsmotor *A* mit dem Kühler *B*. Die Verlängerung der Motorwelle führt zum Geschwindigkeitswechselgetriebe *C*, hinter dem das Wendegetriebe *D* angeordnet ist. Von hier aus erfolgt durch eine Kardanwelle mit zwei Gelenken der Antrieb der Achse bei *E*.

Der versenkt in den Rahmen eingelassene 6 Zylinder-NAG-Verbrennungsmotor arbeitet im Viertakt und entwickelt mit Leichtbenzin 75 PSe bei 950 Uml./min.

Bild 1. Schnitt durch einen AEG-Öltriebwagen. TWL 8662

Er läuft infolge des vollkommenen Massenausgleiches erschütterungsfrei und braucht deshalb im Rahmen nicht besonders abgefedert zu werden. Als Brennstoff kann Benzin, Benzol, Tetralin oder ein Gemisch aus diesen Verwendung finden.

Das im Automobilbau allgemein gebräuchliche Geschwindigkeits-Wechselgetriebe, dessen Räder beim Übergang auf eine andere Geschwindigkeitsstufe durch Handhebel verschoben werden, konnte beim AEG-Öltriebwagen mit Rücksicht auf die hohen Anforderungen des Bahnbetriebes nicht beibehalten werden. Es müssen hier große Kräfte übertragen und Massen geschaltet werden, auch muß das Aus- und Einrücken der Zahnräder von zwei oder mehr Führerständen aus möglich sein. Dies gab Veranlassung, von vornherein auf die Verwendung eines Getriebes mit verschiebbaren Zahnrädern zu verzichten und eine Anordnung zu wählen, bei der so viele Zahnradpaare dauernd im Eingriff bleiben, als Übersetzungen vorhanden sind. Das Aus- und Einrücken der Gänge erfolgt bei dem AEG-Geschwindigkeits-Wechselgetriebe (Bild 2) durch Kupplungen, die durch Preßluft betätigt werden. Jede stoßweise Beanspruchung der Zähne fällt hierbei fort.

Bild 2. Geschwindigkeits-Wechselgetriebe.

Auch das die Änderung der Fahrtrichtung bewirkende Wendegetriebe wird mit Druckluft gesteuert. Da aber der Wechsel der Fahrtrichtung nur bei Stillstand des Wagens erfolgt, konnte hier die im Automobilbau übliche Anordnung mit seitlich verschiebbaren Zahnrädern beibehalten werden.

Beim Wagenteil ist besonderer Wert auf möglichst geringes Gewicht bei größter Widerstandsfähigkeit und geringem Fahrwiderstand gelegt. Die Wagen werden deshalb im allgemeinen mit leichtem Tonnendach ausgeführt und mit Rollenlagern ausgerüstet.

Die Bedienung der AEG-Öltriebwagen ist einfach und kann in kurzer Zeit erlernt werden.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilung der AEG

Ruthsspeicher und Wasserkraftwerke.

Nachtstromausnutzung. Die Wirtschaftlichkeit von Wasserkraftanlagen wird dadurch beeinträchtigt, daß die ausgebaute Leistung so groß sein muß wie der tagsüber auftretende Kraftbedarf, während nachts die Anlage ungenutzt dasteht. Nur in Einzelfällen können kraftverbrauchende Arbeiten auf die Nacht verlegt werden, wie dies z. B. in Papierfabriken durch das Schleifen mit Nachtstrom geschieht. In beschränktem Umfang kann der Nachtstrom auch unmittelbar für Wärmezwecke benutzt werden, indem nachts durch elektrische Durchlauferhitzer der Wasserinhalt der Dampfkessel auf Temperatur gehalten wird, um morgens die Anheizverluste zu vermindern. Bei wärmeverbrauchenden Industrien mit eigener Wasserkraft kann eine wesentlich weitergehende Ausnutzung von Nachtkraft für Wärmezwecke durchgeführt werden, da sich Wärme unter bestimmten Voraussetzungen wirtschaftlich speichern läßt. Das Kraftwerk läuft dann Tag und Nacht, was keine besonderen Kosten verursacht. Tags wird der Strom für Kraftzwecke abgegeben und nachts wird in Elektrokesseln Dampf erzeugt, der aufgespeichert und am nächsten Tag für Koch- und Heizzwecke des Fabrikationsbetriebes verwendet wird.

Tilgungszeit in Jahren

gespeicherte Dampfmenge in kg Dampf

Leistung der Wasserkraftanlage in kW

Bild 1. Tilgung einer Nachstromspeicheranlage durch Kohlenersparnisse bei 14 Stunden Ladezeit.

Dampfdruck und Speicherung. Die Speicherfähigkeit eines Speicherkörpers bestimmter Abmessungen ist um so größer, je tiefer der Dampfdruck der Verbraucher ist. In Anlagen, bei denen es bisher nicht nötig war, auf niedrigen Dampfdruck Rücksicht zu nehmen, treten durch mangelhafte Bemessung der Rohrleitungen hohe Druckverluste auf, die durch geringfügige Veränderungen einzelner Leitungsquerschnitte oder Absperrorgane leicht behoben werden können. Nur bei Durchführung dieser Verbesserungen, die den Dampfdruck auf den für den Betrieb erforderlichen Mindestdruck herabsetzen, kann die Nachtstromspeicherung wirtschaftlich durchgeführt werden. Bild 1 zeigt die Wirtschaftlichkeit der Speicheranlagen bei verschiedenem Dampfdruck der Verbraucher und verschiedener Größe der verfügbaren Nachtleistung. Es wurde angenommen, daß diese Leistung nachts 14 Stunden lang zur Verfügung steht, ohne besondere Kosten zu verursachen. Die aufgespeicherte Dampfmenge nach Abzug der geringen Ausstrahlungsverluste durch Abkühlung wurde in entsprechende Kohlenersparnisse umgerechnet und die Anlagekosten für Elektrokessel und Speicher bestimmt. Daraus ergibt sich die dargestellte Tilgungszeit der Anlagekosten durch die Kohlenersparnisse, die bei niedrigem Dampfdruck günstig sind. Wenn die ausgebaute Leistung größer ist als der tagsüber auftretende Kraftbedarf, so kann auch am Tage der Überschuß in Dampf umgesetzt werden, wodurch sich die Tilgungszeit der Anlage herabsetzt. Bei Neuanlagen können außerdem die Kosten der kohlebeheizten Kessel erspart werden, und der Betrieb mit Elektrokesseln erfordert nur geringe Bedienung.

Belastungsausgleich für die Kohlekessel. In vielen Fällen wird die durch Nachtstrom erzeugte Dampfmenge zur Deckung des Dampfbedarfs nicht ausreichen, oder jedenfalls nur zu bestimmten Jahreszeiten. Es muß dann außerdem Dampf in Kesseln mit Beheizung durch Kohle erzeugt werden. In solchen Fällen ist die Wirtschaftlichkeit eines Ruthsspeichers nicht etwa geringer, sondern bedeutend größer. Der Ruthsspeicher liefert tagsüber alle für den Betrieb erforderlichen Dampfspitzen, so daß die Kohlekessel für den mittleren Bedarf bemessen und bei konstanter Last mit bestem Wirkungsgrad betrieben werden können. Die bekannten Vorteile des Ruthsspeichers durch Kohlenersparnisse und Produktionssteigerung kommen also zum Gewinn durch Nachtstromspeicherung hinzu.

Bild 2 zeigt das Schaltbild einer Anlage dieser Art. Elektrokessel und Kohlekessel arbeiten auf ein Dampfnetz, an das der Ruthsspeicher angeschlossen ist. Die Verbraucher sollen mit einem Druck von 2 atü arbeiten. Der Ruthsspeicher ist für einen Höchstdruck von 10 atü bemessen. Der Druck in den Kesseln schwankt entsprechend dem Speicherdruck in den Grenzen von 10 bis 2 atü, wobei die Speicherfähigkeit des Wasserinhalts der Kessel mit ausgenützt wird. Zwischen dem Speicher und den Verbrauchern ist ein Dampfdruckregler eingeschaltet, der den Verbraucherdruck auf 2 atü konstant hält. Die Kohlekessel werden tagsüber so beheizt, daß bei Betriebsschluß der Speicher vollkommen entladen ist. Während der Nacht werden die Elektrokessel eingeschaltet, wobei der Speicher bis auf seinen Höchstdruck aufgeladen wird. Bei Arbeitsbeginn werden die Kohlekessel angeheizt und den ganzen Tag über konstant betrieben. Die Spitzenbelastung gibt der Ruthsspeicher her; bei starkem Rückgang des Dampfbedarfs, wie z. B. während der Mittagspausen, nimmt der Ruthsspeicher den Überschußdampf der Kohlekessel auf, so daß auch die hohen Verluste durch das Dämpfen des Feuers fortfallen. In Anlagen, bei denen neben Niederdruckdampf, der dem Speicher entnommen werden kann, auch Dampf höherer Spannung gebraucht wird, kann im Gegensatz zur abgebildeten Anordnung der Dampfdruck der Kessel durch Einschalten eines Regelventils zwischen Kessel und Speicher konstant gehalten werden.

Elektrokessel

Dampfkessel

10 atü

2 atü

Bild 2. Schaltbild.

Höchstdruck des Speichers. Wenn der Höchstdruck des Speichers nicht durch besondere Verhältnisse vorgeschrieben ist, kann er so gewählt werden, daß bei gegebenem Verbraucherdruck die geringsten Anlagekosten entstehen. Bei großem Druckbereich ergeben sich kleine Speicherkörper mit dicken Blechen, bei kleinem Druckbereich große Speicher mit geringer Blechstärke. Die günstigsten Verhältnisse zeigt folgende Zusammenstellung:

Druck der Verbraucher atü	Wirtschaftlichster Höchstdruck des Speichers atü
1	7,5
2	10
3	12
4	13,5
5	15

Eine große Anlage zur Ausnützung von Nachtstrom führt die AEG für die Stadt München aus: In zwei Speichern von je 171,5 m³ Rauminhalt für 12 atü Höchstdruck wird eine Dampfmenge von 56 200 kg Dampf gespeichert. Aber auch für kleine selbständige Werke können wirtschaftliche Anlagen ausgeführt werden, besonders wenn tagsüber ein Belastungsausgleich für die Kohlenkessel durchgeführt wird. Die Nachtstromspeicherung ist geeignet, die Ausnützung der Wasserkräfte wesentlich zu fördern.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilung der AEG

Ruthsspeicher und Wasserkraftwerke.

Nachtstromausnutzung. Die Wirtschaftlichkeit von Wasserkraftanlagen wird dadurch beeinträchtigt, daß die ausgebaute Leistung so groß sein muß wie der tagsüber auftretende Kraftbedarf, während nachts die Anlage ungenutzt dasteht. Nur in Einzelfällen können kraftverbrauchende Arbeiten auf die Nacht verlegt werden, wie dies z. B. in Papierfabriken durch das Schleifen mit Nachtstrom geschieht. In beschränktem Umfang kann der Nachtstrom auch unmittelbar für Wärmezwecke benutzt werden, indem nachts durch elektrische Durchlauferhitzer der Wasserinhalt der Dampfkessel auf Temperatur gehalten wird, um morgens die Anheizverluste zu vermindern. Bei wärmeverbrauchenden Industrien mit eigener Wasserkraft kann eine wesentlich weitergehende Ausnutzung von Nachtkraft für Wärmezwecke durchgeführt werden, da sich Wärme unter bestimmten Voraussetzungen wirtschaftlich speichern läßt. Das Kraftwerk läuft dann Tag und Nacht, was keine besonderen Kosten verursacht. Tags wird der Strom für Kraftzwecke abgegeben und nachts wird in Elektrokesseln Dampf erzeugt, der aufgespeichert und am nächsten Tag für Koch- und Heizzwecke des Fabrikationsbetriebes verwendet wird.

Bild 1. Tilgung einer Nachstromspeicheranlage durch Kohlenersparnisse bei 14 Stunden Ladezeit.

Dampfdruck und Speicherung. Die Speicherfähigkeit eines Speicherkörpers bestimmter Abmessungen ist um so größer, je tiefer der Dampfdruck der Verbraucher ist. In Anlagen, bei denen es bisher nicht nötig war, auf niedrigen Dampfdruck Rücksicht zu nehmen, treten durch mangelhafte Bemessung der Rohrleitungen hohe Druckverluste auf, die durch geringfügige Veränderungen einzelner Leitungsquerschnitte oder Absperrorgane leicht behoben werden können. Nur bei Durchführung dieser Verbesserungen, die den Dampfdruck auf den für den Betrieb erforderlichen Mindestdruck herabsetzen, kann die Nachtstromspeicherung wirtschaftlich durchgeführt werden. Bild 1 zeigt die Wirtschaftlichkeit der Speicheranlagen bei verschiedenem Dampfdruck der Verbraucher und verschiedener Größe der verfügbaren Nachtleistung. Es wurde angenommen, daß diese Leistung nachts 14 Stunden lang zur Verfügung steht, ohne besondere Kosten zu verursachen. Die aufgespeicherte Dampfmenge nach Abzug der geringen Ausstrahlungsverluste durch Abkühlung wurde in entsprechende Kohlenersparnisse umgerechnet und die Anlagekosten für Elektrokessel und Speicher bestimmt. Daraus ergibt sich die dargestellte Tilgungszeit der Anlagekosten durch die Kohlenersparnisse, die bei niedrigem Dampfdruck günstig sind. Wenn die ausgebaute Leistung größer ist als der tagsüber auftretende Kraftbedarf, so kann auch am Tage der Überschuß in Dampf umgesetzt werden, wodurch sich die Tilgungszeit der Anlage herabsetzt. Bei Neuanlagen können außerdem die Kosten der kohlebeheizten Kessel erspart werden, und der Betrieb mit Elektrokesseln erfordert nur geringe Bedienung.

Belastungsausgleich für die Kohlekessel. In vielen Fällen wird die durch Nachtstrom erzeugte Dampfmenge zur Deckung des Dampfbedarfs nicht ausreichen, oder jedenfalls nur zu bestimmten Jahreszeiten. Es muß dann außerdem Dampf in Kesseln mit Beheizung durch Kohle erzeugt werden. In solchen Fällen ist die Wirtschaftlichkeit eines Ruthsspeichers nicht etwa geringer, sondern bedeutend größer. Der Ruthsspeicher liefert tagsüber alle für den Betrieb erforderlichen Dampfspitzen, so daß die Kohlekessel für den mittleren Bedarf bemessen und bei konstanter Last mit bestem Wirkungsgrad betrieben werden können. Die bekannten Vorteile des Ruthsspeichers durch Kohlenersparnisse und Produktionssteigerung kommen also zum Gewinn durch Nachtstromspeicherung hinzu.

Bild 2 zeigt das Schaltbild einer Anlage dieser Art. Elektrokessel und Kohlekessel arbeiten auf ein Dampfnetz, an das der Ruthsspeicher angeschlossen ist. Die Verbraucher sollen mit einem Druck von 2 atü arbeiten. Der Ruthsspeicher ist für einen Höchstdruck von 10 atü bemessen. Der Druck in den Kesseln schwankt entsprechend dem Speicherdruck in den Grenzen von 10 bis 2 atü, wobei die Speicherfähigkeit des Wasserinhalts der Kessel mit ausgenützt wird. Zwischen dem Speicher und den Verbrauchern ist ein Dampfdruckregler eingeschaltet, der den Verbraucherdruck auf 2 atü konstant hält. Die Kohlekessel werden tagsüber so beheizt, daß bei Betriebsschluß der Speicher vollkommen entladen ist. Während der Nacht werden die Elektrokessel eingeschaltet, wobei der Speicher bis auf seinen Höchstdruck aufgeladen wird. Bei Arbeitsbeginn werden die Kohlekessel angeheizt und den ganzen Tag über konstant betrieben. Die Spitzenbelastung gibt der Ruthsspeicher her; bei starkem Rückgang des Dampfbedarfs, wie z. B. während der Mittagspausen, nimmt der Ruthsspeicher den Überschußdampf der Kohlekessel auf, so daß auch die hohen Verluste durch das Dämpfen des Feuers fortfallen. In Anlagen, bei denen neben Niederdruckdampf, der dem Speicher entnommen werden kann, auch Dampf höherer Spannung gebraucht wird, kann im Gegensatz zur abgebildeten Anordnung der Dampfdruck der Kessel durch Einschalten eines Regelventils zwischen Kessel und Speicher konstant gehalten werden.

Bild 2. Schaltbild.

Höchstdruck des Speichers. Wenn der Höchstdruck des Speichers nicht durch besondere Verhältnisse vorgeschrieben ist, kann er so gewählt werden, daß bei gegebenem Verbraucherdruck die geringsten Anlagekosten entstehen. Bei großem Druckbereich ergeben sich kleine Speicherkörper mit dicken Blechen, bei kleinem Druckbereich große Speicher mit geringer Blechstärke. Die günstigsten Verhältnisse zeigt folgende Zusammenstellung:

Druck der Verbraucher atü	Wirtschaftlichster Höchstdruck des Speichers atü
1	7,5
2	10
3	12
4	13,5
5	15

Eine große Anlage zur Ausnützung von Nachtstrom führt die AEG für die Stadt München aus: In zwei Speichern von je 171,5 m³ Rauminhalt für 12 atü Höchstdruck wird eine Dampfmenge von 56 200 kg Dampf gespeichert. Aber auch für kleine selbständige Werke können wirtschaftliche Anlagen ausgeführt werden, besonders wenn tagsüber ein Belastungsausgleich für die Kohlenkessel durchgeführt wird. Die Nachtstromspeicherung ist geeignet, die Ausnützung der Wasserkräfte wesentlich zu fördern.

Neue Wege der Kraftwirtschaft

LHL (Linke-Hofmann-Lauchhammer)-Mitteilungen

Hauptbahnähnliche Tenderlokomotiven für Spanien.

Die Lokomotive hat folgende Abmessungen:

Spurweite	1000 mm	Gesamtheizfläche	112,5 m^2
Zylinderdurchmesser	420 „	Wasservorrat	4 m^3
Kolbenhub	500 „	Kohlenvorrat	2,5 „
Raddurchmesser	720/1200 „	Leergewicht	38,4 t
Fester Achsstand	2900 „	Reibungsgewicht	31,35 t
Gesamtachsstand	6500 „	Dienstgewicht	47,95 t
Dampfüberdruck	12 kg/cm^2	Länge über Puffer gemessen	10590 mm
Rostfläche	1,8 m^2	Größte Breite der Lokomotive	2820 „
Kesselheizfläche	87,5 „	Höhe der Lokomotive	3875 „
Ueberhitzerheizfläche	25 „		

Ende vergangenen Jahres lieferte unser Werk Breslau an die La Robla-Eisenbahngesellschaft in Spanien eine Anzahl 1 C 1 Heißdampf-Personenzug-Tenderlokomotiven für Meterspur, die als besonders beachtenswert anzusprechen sind, da sie — obgleich nur für Nebenbahnen bestimmt — vollkommen neuzeitlich ausgerüsteten Hauptbahnlokomotiven gleichen.

Diese auf der gebirgigen Strecke „La Robla—Leon—Matallana" verkehrenden Lokomotiven haben Züge von 90 t Schlepplast mit einer Fahrtgeschwindigkeit von 40 km/h bergan und 65 km/h in der Ebene zu fördern. Auf der Strecke befinden sich zahlreiche Kurven mit Gegenkurven von 90 bis 120 m Halbmesser.

Der feste Achsstand der Lokomotive beträgt 2900 mm. Die mittlere gekuppelte Achse ist ohne Spurkränze und mit 15 mm breiteren Radreifen versehen. Die Laufachsen sind in Bisselgestellen gelagert. Die vordere Laufachse hat 75 mm und die hintere 58 mm Ausschlag nach jeder Seite. Der 2450 mm über Schienenoberkante liegende Langkessel setzt sich aus zwei zylindrischen Schüssen zusammen, deren Blechstärke 13,5 mm beträgt. Der hintere größere Kesselschuß hat einen inneren Durchmesser von 1320 mm. Auf ihm ist der Dom angeordnet, der einen entlasteten Ventilregler der Bauart Schmidt-Wagner enthält. Der vordere Dom, der sich auf dem ersten Kesselschusse befindet, ist als Speisewasserreiniger-Haube ausgebildet. Ein entleerbarer Schlammtopf befindet sich darunter am Kessel. Die Vorder- und Rückwand des Crampton-Stehkessels sind schwach nach vorn geneigt. Der Stehkessel ist durch Decken-, Quer-, Bügel- und Blechanker ausreichend versteift. Die über dem Rahmen und den Rädern liegende mittelbreite Feuerkiste ist geradwandig. Zum Schutze der Heizrohre, sowie zur Erzielung einer besseren Verbrennung erhielt die Feuerbüchse einen Feuerschirm aus Chamottesteinen. Der Abstand der Rohrwände voneinander beträgt 4100 mm. Der Langkessel enthält 94 Heizrohre von 40 bis 45 mm Durchmesser und 15 Rauchrohre von 125—133 mm Durchmesser. Zur Anwendung kam ein Schmidt'scher Rauchröhren-Überhitzer mit Elemente-Rohren von 30 bis 38 mm Durchmesser, deren Umkehrenden nach unserem Lauchhammerverfahren geschweißt sind. Um bei Leerlauf der Lokomotive die im Überhitzerkasten angesaugte Luft zu erwärmen und so eine Abkühlung der Zylinder zu verhüten, ist auf dem Dampfsammelkasten ein Luftsaugeventil, wie bei den amerikanischen Lokomotiven, angebracht. Der Funkenfänger besteht aus Drahtgeflecht und ist zwischen Blasrohr und Schornstein eingebaut. Zwei Dampfpfeifen mit hellem und dumpfem Ton sowie zwei POP-Sicherheitsventile sind auf dem hinteren Kesselschusse angeordnet. Eine nichtsaugende Friedmann-Restarting-Dampfstrahlpumpe mit einer Leistung von 120 l/min. und eine mit dem Vorwärmer in Verbindung stehende Dampfkolbenpumpe Bauart Knorr der gleichen Leistung dienen zur Speisung des Kessels. Der Rost ist leicht nach vorn geneigt. Seine Länge beträgt 1670 mm, die Breite 1080 mm. Der vordere Teil ist als Kipprost ausgebildet und kann vom Führerhause aus durch Handrad und Spindel bedient werden. Im Aschkasten befinden sich verstellbare Luftklappen in Vorder- und Hinterwand und eine Bodenklappe, die vom Führerhause aus bedienbar ist. Der Rahmen besteht aus zwei 20 mm starken Platten, die außer durch den vorderen und hinteren Pufferträger noch durch Längs- und Querversteifungen aus Blech und Winkeleisen miteinander verbunden sind. Der Stehkessel stützt sich verschiebbar auf die als Gleitlager ausgebildeten Stehkesselträger, während die Rauchkammer mit dem Rahmen durch den Rauchkammerträger fest verbunden ist. Die Tragfedern der ersten und zweiten Kuppelachse liegen oberhalb und die der letzten unterhalb der Achslager. Die Kuppelachsfedern sind durch Ausgleichhebel miteinander verbunden. Die Zylinder sind mit Sicherheitsventilen versehen, und eine selbsttätige Vorrichtung bewirkt den Druckausgleich. Eine im Führerhause angeordnete Friedmannsche Schmierpumpe mit 8 Ölabgabestellen und einem Ölstandanzeiger für jede Ölabgabestelle sorgt für die erforderliche Schmierung der Kolben und Schieber. Die Lokomotive wurde mit einer selbsttätigen Hardy-Vakuumbremse englischer Ausführung mit Clayton-Doppelluftsauger und einer Handspindelbremse ausgerüstet, die ihre Wirkung auf sämtliche gekuppelten Räder einseitig von vorn ausüben. Die erste und zweite Kuppelachse kann bei Vor- bzw. Rückwärtsfahrt mittels Dampfsandstreuer der Bauart Gresham & Graven gesandet werden. Die Lokomotiven erhielten eine vollständige elektrische Zugbeleuchtungseinrichtung. Der Turbogenerator für 1,2 kW Leistung und eine Spannung von 210 V befindet sich neben dem Dome. Außer einem Scheinwerfer auf der Rauchkammer vor dem Schornsteine, sind je zwei weitere große Laternen vorn und hinten an der Lokomotive angebracht. Die Lokomotiven erhielten neben den bereits erwähnten Sondereinrichtungen noch die folgenden: Einen runden Vorwärmer, Bauart Knorr, mit 7 m^2 Heizfläche, Gegendampfbremse, Dampfheizung, Zentralpufferung, Notzughaken und Schraubenkupplung, thermoelektrisches Pyrometer „Siemens & Halske", Geschwindigkeitsmesser „Hasler-Bern", Rußausblasevorrichtung, Dilling-Hahn für Kohlen-, Asche- und Löschenässung.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer
Abgas-Saugzug-Anlagen
Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer
Auslandsvertreter gesucht!
Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57.

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" / D. R. P.
mit Ölrückgewinnung
Preßluft-Entöler D. R. P.
Entöler
Vorwärmer
Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler
Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle / Maschinenfabr. Kesselschmiede-Apparateb.

ADRESSEN

aller Art von In- und Ausland
Robert Tessmer A.-G., Berlin C 21
Gegr. 1878 Wallstr. 16 Gegr. 1878

ARBEITER-SCHUTZMITTEL

aller Art
Oskar Haug, Stuttgart V
Rendsburgstr. 160

ARBEITS- UND BERUFSKLEIDUNG

kauft man am Besten in dem ältesten und größten Spezialgeschäft von
Kohnen & Jöring, Berlin O 27
Alexanderstr. 12.
Siehe ausführliche Anzeige in den VDI-Nachrichten

ARMATUREN

Dicker & Werneburg, G. m. b. H.
Halle/Saale

ARMATUREN

für
Dampf
Gas
Wasser
liefert als Spezialität
Theodor Kaulen, Berlin

AUFWALZMASCHINEN

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

ARMATUREN

Ventile Schieber
für Satt- und Heißdampf
Wasser und Gase
Franz Seiffert & Co. A.-G.
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

MSN
Aufzugswerke Nürnberg
M. Schmitt & Sohn
Schließfach 83
Gegründet 1861
München / Mannheim
Köln / Saarbrücken / Hannover
Hamburg / Berlin W / Essen
Frankfurt / Leipzig / Stuttgart

AUFZÜGE

für die Industrie.
jeder Betriebsart und Größe
ferner Akten-, Speise-, Kohlen- und Wäscheaufzüge
ca. 1000 Anlagen ausgeführt
G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. Main
Gegründet 1816

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme an 30000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge
Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik
ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen, Akten
Heime & Hans Herzfeld
Masch.- und Apparate-Fabrik
(Inh.: Ing. Paul Heime u. Willi Zick)
Halle a. d. Saale

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme
Spez.:
Industrieaufzüge
Maschinenfabrik Erich Gimpel
Berlin SO 33
Telephon: Moritzplatz, 1442 u. 7188
Lieferant staatl. u. städt. Behörden

AUFZÜGE

Elektr. Aufzüge
mit Druckknopfsteuerung
Paternosteraufzüge
Selbsttätige Kippaufzüge für Kohlen- und Schlackenförderung
R. Stahl A.-G., Stuttgart

AUFZÜGE

in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe
Windscheid & Wendel
Eisengießerei und Maschinenfabrik
Düsseldorf-O.

AUFZÜGE

Original Dreistern Aufzüge
Maschinenfabrik Mühleissen m. b. H.
Elberfeld

AUFZÜGE, KRANE

Industrie-Aufzüge
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge
Maschinenfabrik Wiesbaden

AUFZÜGE

Aufzüge
FR. SCHÜLE & CO
AUFZÜGEFABRIK
FELDKIRCHEN b/MÜNCHEN

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlagen mit sämtlichem Zubehör.
Gaswerkzeuge für alle Gasarten.
Heime & Hans Herzfeld
Masch.- und Apparate-Fabrik
(Inh.: Ing. Paul Heime u. Willi Zick)
Halle a. d. Saale

BANDSTAHL

für alle Verwendungszwecke
Erich Loewe, G. m. b. H., Berlin C 19

BERGWERKS-MASCHINEN

für Gewinnung und Beförderung
Preßluft resp. elektr. Antrieb
Dt. Bergbaumaschinen G. m. b. H.
Beuthen O.-S.

BLECH-ROHRLEITUNGEN

Rohre und Formstücke
Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.
Berlin C 19 Eberswalde

BENZINLAGERUNGEN

höchster Vollendung
Martini & Hüneke,
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft,
Berlin SW 48

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

KREUSER-DAMPFHÄMMER

D. R. P.
mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- u. Gesenkarbeiten.
Adolf Kreuser G. m. b. H., Hamm (Westf.)
Werkstattausführung: Wagner & Co Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H Dortmund.

DAMPFKESSEL-DEFEKTE

auch die schwierigsten beseitigen durch langjährig bewährtes Schweiß-verfahren mittels Elektrizin unter Garantie
Allgemeine Elektro-Schweißerei Akt. Ges.
Düsseldorf, Tel. 9382 :: Frankfurt/M
Tel. Hansa 3943 :: Halle/S. Tel. 402
Hannover, Tel. West 2648
Empfehlungen erst. Firmen und von Dampfkessel Überwachungs-Behörden

SICHERHEITS-DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS-VENTILE

System „Bühring" D. R. G. M.
Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar.
Aus Vorrat lieferbar.
Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle
Maschinenfabrik / Kesselschmiede
Apparatebau

DAMPFMESSER

Wassermesser, Preßluftmesser, Gasmesser
mit und ohne Schreib- u. Zählwerk, mit und ohne autom. Druckberichtigung
Gehre-Dampfmesser-Gesellschaft
Inh.: **Dr. Martin Böhme, Berlin W**

CLAASSEN-DAMPFMESSER

Dampfzähler, Ventile mit kombinierten Dampfmesser, automatische Druckberücksichtigungen ohne Gelenke, nur eig. Patente. Ueber 1000 St. geliefert
In Niederdruck-Dampfmessern größter Umsatz Deutschlands.
Ernst Claassen & Co.
Berlin-Groß-Lichterfelde-Ost

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilung der AEG

Ergebnisse mit Ruthsspeicher im Textilbetrieb.

Während man im allgemeinen annimmt, daß Ruthsspeicher nur für größere Werke wirtschaftlich sind, hat sich in einem Textilwerk in der Lausitz gezeigt, daß auch in kleineren Betrieben ausgezeichnete Ergebnisse erreicht werden können. Der gute Erfolg der Anlage ist hier besonders darauf zurückzuführen, daß sich die Leitung des Werkes nicht darauf beschränkt hat, den Ruthsspeicher einzubauen und im übrigen die bisherige Betriebsweise beizubehalten. Es wurden vielmehr durchgreifende Änderungen mit geringfügigen baulichen Maßnahmen erreicht, so daß die Eigenschaften des Ruthsspeichers voll ausgenützt werden konnten.

Bild 1. Schaltung des Ruthsspeichers

Der Dampfbedarf der Anlage wurde bisher durch einen Kessel von 150 m² und einen solchen von 50 m² gedeckt. Der größere Kessel war für den Maschinenbetrieb vorgesehen, der kleinere für die Färberei und Appretur. Die Färberei läßt sich aber bei reichlicher Bemessung der Rohrleitungen und Einblaseöffnungen mit 1,5 atü betreiben, auch wenn ein Vielfaches der bisherigen Dampfmenge eingeblasen wird. Dies ist möglich, weil der Druckverbrauch zum Durchströmen der Einblaseöffnungen mit der vierten Potenz des Durchmessers sinkt, d. h. bei doppelt so großem Durchmesser sinkt der Druckverbrauch auf $^1/_{16}$. Die Schlangen zum Einblasen des Dampfes in die Farbkufen wurden mit reichlichem Durchmesser und einer entsprechend großen Zahl von Bohrungen versehen; die Zuleitung mit dem eingebauten Absperrorgan hat den gleichen, bisher ungewöhnlichen Durchmesser von 50 bis 70 mm erhalten. Dabei ist streng darauf geachtet worden, jede Zuleitung einzeln an die Sammelleitung anzuschließen, die ihrerseits mit reichlichem Querschnitt ausgeführt worden ist. Bei Betrieb der Färberei mit 1,5 atü kann das Druckgefälle zwischen 10 und 1,5 atü zur Speicherung verwendet werden. Ein Ruthsspeicher von 20 m³ Rauminhalt ist imstande, zwischen diesen Druckgrenzen eine Dampfmenge von 1750 kg abzugeben.

Bild 2. Kesseldruck- und Speicherdruckverlauf.

Bild 1 zeigt, daß nur noch ein einziges Kesseldampfnetz von 10 atü vorhanden ist, das vom Kessel von 150 m² versorgt wird. Für die Färberei ist ein Dampfnetz mit 1,5 atü ausgebildet; zwischen beide Drucknetze ist der Ruthsspeicher unter Zwischenschaltung eines Lade- und eines Entladeventils geschaltet. Das Entladeventil versorgt die Färberei mit Dampf von 1,5 atü. Der Kessel wird gleichmäßig beheizt und der Dampfüberschuß, den Maschine und Appretur nicht verbrauchen, wird unter Konstanthaltung des Kesseldruckes durch das Ladeventil geschickt.

Bild 2 zeigt den Tagesverlauf des Kessel- und Speicherdrucks. Druckabsenkungen im Speicher bedingen Dampfabgaben für die Färberei, die somit nicht in diesen Zeitpunkten vom Kessel geliefert werden, wodurch der Druck und die Dampferzeugung des Kessels konstant verläuft. Die früher auftretenden großen Schwankungen bedingen entweder eine getrennte Kesselanlage für Maschinen- und Heizdampfbetrieb, oder die Maschinenanlage wird betriebstechnisch und wirtschaftlich stark beeinträchtigt. Ebenso störten die Druckschwankungen den Gang der Appretur; hier verursacht wechselnder Druck ungleichmäßige Ware, Ausschuß und Dampfverschwendung.

Bild 3. Dampfverbrauch der Färberei nach Einschaltung eines Ruthsspeichers.

Am durchgreifendsten wurde der Betrieb der Färberei verändert, was im Dampfverbrauchsdiagramm (Bild 3) zum Ausdruck kommt. Der gemessene Dampfverbrauch schwankt so heftig, wie dies nur bei einer mit Ruthsspeicher ausgerüsteten Anlage möglich ist. Die vergrößerten Einblasevorrichtungen haben in Verbindung mit dem Ruthsspeicher zur Folge, daß die Ankochzeit der Farbkufen von 20 auf 4 Minuten herabgesetzt werden konnte, ohne daß die Kesselanlage davon berührt wird. Abgesehen von der erhöhten Produktion bringt das schnellere Ankochen eine Verminderung der Abkühlungsverluste und damit Dampfersparnis. Dazu kommen die bekannten Kohlenersparnisse durch gleichmäßige Befeuerung der Kesselanlage.

Bild 4. Ruthsspeicheranlage mit Steuerorganen.

Über die betriebsmäßigen Ergebnisse der Anlage, deren Aufbau Bild 4 zeigt, schreibt das Werk unter anderem: „Seit Inbetriebnahme des Speichers haben wir einen Kessel stillegen können, jetzt bewältigt ein Babcock-Kessel von 150 m² die für den gesamten Betrieb einschl. Färberei und Appretur nötige Dampfmenge. Dabei erzielen wir eine während des Betriebes vollkommen gleichmäßige Kesselbelastung; die Leistung in der Färberei ist verdoppelt, denn es ist uns jetzt möglich, alle Apparate gleichzeitig in etwa 4 Minuten zum Kochen zu bringen. Unsere Kohlenersparnis gegenüber dem früheren Betrieb ohne Speicheranlage beträgt 22 Prozent."

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" / D. R. P. mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D. R. P.

Entöler

Vorwärmer

Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler

Bühring A.-G., Landsberg
Bez. Halle / Maschinenfabr. Kesselschmiede-Apparateb.

ADRESSEN

aller Art von In- und Ausland

Robert Tessmer A.-G., Berlin C 21
Gegr. 1878 Wallstr. 16 Gegr. 1878

ALUMINIUMGUSS

und Metallguß

Dann & Co., Berlin S 59
Planufer 92 b

ARBEITER-SCHUTZMITTEL

aller Art

Oskar Haug, Stuttgart V
Rendsburgstr. 160

ARMATUREN

Dicker & Werneburg, G. m. b. H.
Halle/Saale

ARMATUREN

Ventile Schieber
für Satt- und Heißdampf
Wasser und Gase

Franz Seiffert & Co. A.-G.
Berlin C 19 Eberswalde

AUFWALZMASCHINEN

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

MSN

Aufzugswerke Nürnberg
M. Schmitt & Sohn
Schließfach 83
Gegründet 1861

München / Mannheim
Köln / Saarbrücken / Hannover
Hamburg / Berlin W / Essen
Frankfurt / Leipzig / Stuttgart

AUFZÜGE

für die Industrie.
jeder Betriebsart und Größe
ferner Akten-, Speise-, Kohlen- und Wäscheaufzüge

ca. 1000 Anlagen ausgeführt

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau - Aktiengesellschaft
Hanau a. Main
Gegründet 1816

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme an 30000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge

Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik
ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

AUFZÜGE

Elektrische Aufzüge für Personen oder Lasten mit Seil- oder elektrischer Steuerung
Paternosteraufzüge für Personen

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

ORIGINAL-DREISTERN-AUFZÜGE
Arbeitszeit Profbewährt
Bauart M. M. E. Sicher

Maschinenfabrik
Mühleissen m. b. H.
Elberfeld

AUFZÜGE, KRANE

Industrie-Aufzüge
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge

Maschinenfabrik Wiesbaden

AUFZÜGE

Aufzüge

FR. SCHÜLE & Co
AUFZÜGEFABRIK
FELDKIRCHEN b/ MÜNCHEN

AUFZÜGE

in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe

Windscheid & Wendel
Eisengießerei und Maschinenfabrik
Düsseldorf-O.

AUFZÜGE

für Personen und Lasten, spez. Druckknopfsteuerung
Paternoster-Aufzüge

Adolf Zaiser, Maschinenfabrik,
Stuttgart.

B

BANDSTAHL

für alle Verwendungszwecke
Erich Loewe, G. m. b. H., Berlin C 19

BENZINLAGERUNGEN

höchster Vollendung

Martini & Hüneke,
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft.
Berlin SW 48

BERGWERKS-MASCHINEN

für Gewinnung und Beförderung

Preßluft resp. elektr. Antrieb

Dt. Bergbaumaschinen G. m. b. H.
Beuthen O.-S.

BERUFS- u. ARBEITSKLEIDUNG

kauft man im Spezialgeschäft

Kohnen & Jöring
Berlin, Alexanderstr. 12.

Beachten Sie unsere Anzeige in den VDI-Nachrichten

BOHRFUTTER

„Deboga"

DEBOGA

D. R. P. u. A. P.
nennt sich das beste
Bohrfutter
der Welt, welches
selbstspannend
den vollkommensten Bohrbetrieb verbürgt und jährlich
80 Lohnstunden
nur an einer Bohrmaschine einspart. „Deboga" ist allenthalben im Handel zu haben.

DEUTSCHE BOHRFUTTER-GESELLSCHAFT m. b. H.
AUGSBURG • Bezirk 3

BIEGSAME WELLEN

Armaturen dazu, Kesselrohrreiniger
Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-W. Steglitzerstr. 21

BLECH-ROHRLEITUNGEN

Rohre und Formstücke

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.
Berlin C 19 Eberswalde

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

BÜRSTEN

für die gesamte Industrie zu Maschinen- oder Reinigungszwecken nach Angabe und Zeichnung

Bürstenfabrik „Universum"
Joseph Pötz, Neuwied.

D

KREUSER-DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- u. Gesenkarbeiten.

Adolf Kreuser G. m. b. H., Hamm (Westf.)

Werkstattausführung: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

SICHERHEITS-DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS-VENTILE

System „Bühring" D. R. G. M.

Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar.
Aus Vorrat lieferbar.

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle
Maschinenfabrik / Kesselschmiede
Apparatebau

DAMPFMESSER

Gasmesser, Luftmesser. Speisewassermesser

anzeigend, registrierend zählend.

Siemens & Halske A.-G. Wernerwerk
Siemensstadt bei Berlin

DAMPFTROCKNER

„ORCA" / D. R. P.

Dampfreiniger
Entwässerer
erzeugt völlig reinen schlammfreien trockenen Dampf

Kohlenersparnis bis 15%

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle
Maschinenfabrik - Kesselschmiede
Apparatebau

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

Mitteilungen der AEG

Das AEG-System für selbstätigen elektrischen Kompressorbetrieb D R P bei Turbokompressoren.

Die selbsttätige Regelung nach dem AEG-System für elektrischen Kompressorbetrieb (vgl. Z. 1924 Heft 1 S. 33), läßt sich ohne weiteres auch bei Turbokompressoren mit elektrischem Antrieb anwenden. Die Vorteile dieses Systems, dessen Wirtschaftlichkeit bereits früher an dieser Stelle (s. Z. 1924 Heft 45 S. 49) beleuchtet wurde, erscheinen hier noch größer, da Kreiselkompressoren sich bekanntlich nur mit Anwendung besonderer Hilfsmittel, wie Abblasen, Drosseln auf der Saugseite usw., unter eine gewisse Grenze, die sogenannte Pumpgrenze, Bild 1, herabregulieren lassen und jene

V = Angesaugte Luftmenge
p = Druck der verdichteten Luft in atü
N = Leistungsbedarf des Kompressors
η = Isothermischer Wirkungsgrad des Kompressors
Z = Pumpgrenze

Bild 1. Kennlinien eines Turbokompressors bei gleichbleibender Drehzahl.

Hilfsmittel stets Energieverluste zur Folge haben. Es ist klar, daß das völlige Stillsetzen des Kompressors bei kleiner Luftentnahme aus dem Netz das denkbar wirtschaftlichste Regulierverfahren darstellt.

Bis zu einer bestimmten unteren Grenze, etwa 50 v.H. der normalen Luftmenge, innerhalb deren der günstigste Arbeitsbereich liegt (vgl. η und N-Kurven in Bild 1), regelt sich jeder Kreiselkompressor bei wechselnder Luftentnahme aus dem Netz selbsttätig. Sinkt der Luftverbrauch, so steigt der Luftdruck ohne Zutun des Maschinisten nach der Druck-Volumenkurve oder „Charakteristik". (Kurve p in Bild 1) an, jedoch nur bis zu dem Schnittpunkt der Charakteristik p mit der Pumpgrenze z. Bei weiterem Sinken des Luftbedarfes würde der Kompressor anfangen zu „pumpen", d. h. es würden jene auffallenden, mit starkem Geräusch verbundenen Pulsationen des Fördermittels einsetzen, die

Bild 2. Schaltungsschema des AEG-Systems für selbsttätigen elektrischen Turbokompressorenantrieb.

in abwechselndem Abreißen und Wiederansetzen der Förderung bestehen und allen Kreiselpumpen eigentümlich sind. Wenn dieses Pumpen bei richtiger Konstruktion des Turbokompressors auch ganz ungefährlich ist, so ist es doch mit Rücksicht auf die Stetigkeit der Förderung und den mit dem Pumpen verbundenen Energieverlust durchaus unerwünscht. Das AEG-System vermeidet nicht nur diesen, sondern auch den mit jedem andern Regulierverfahren notwendig verbundenen Energieverlust in einfachster Weise dadurch, daß der Kompressor bei Erreichung der Pumpgrenze vom Netz selbsttätig abgeschaltet und stillgesetzt wird.

Das Schaltungsschema des AEG-Systems bei elektrisch angetriebenen Turbokompressoren ist in Bild 2 dargestellt. Der Turbokompressor 1, angetrieben durch den Hochspannungsmotor 2, fördert durch die mit Rückschlagventil 13 versehene Druckleitung in den Druckluftspeicher 14 und von diesem ins Netz. Unter dem Netzdruck steht der Membranschalter 7, der den Selbstanlasser 3 betätigt; von diesem aus werden die Anfahrölpumpe 9, der Stator-Vorstufenölschalter 4 mittels des Fernschaltapparates 5 und das Hilfsauslaßventil 12 mittels des Elektromagneten 8 gesteuert. Die Hilfsauslaßleitung wird ins Freie geführt.

Während des Stillstandes des Kompressors wird das Netz aus dem Druckluftspeicher 14 gespeist, wobei der Druck in diesem allmählich sinkt, bis der Membranschalter 7 einschnappt. Dadurch wird zunächst die Anfahrölpumpe 9 eingeschaltet; gleichzeitig öffnet der Elektromagnet 8 ein Steuerventil, so daß das Hilfsauslaßventil 12 geöffnet wird. Das Rückschlagventil 13 ist durch den Netzdruck geschlossen. Etwa 20 Sekunden später schaltet ein Zeitrelais den Ölschalter 4 und den Hilfsmotor des Selbstanlassers 3 ein; die Anlaßwiderstände werden nach und nach abgeschaltet, der Elektromotor beginnt sich zu drehen und bringt den Kompressor allmählich auf volle Drehzahl. Während des Anfahrens muß der Kompressor die geförderte Luft durch Ventil 12 ins Freie abblasen, da er nicht gegen das geschlossene Rückschlagventil 13 anfahren kann, doch dauert dies nur etwa 60 bis 90 Sekunden. Außerdem ist der Querschnitt des Ventiles 12 so bemessen, daß nur soviel Luft während des Anfahrens gefördert wird, um das

Bild 3. AEG-Elektro-Turbokompressoren von je 5000 m³/h Saugleistung auf 8 bis 10 atü.

Pumpen gerade noch zu vermeiden, so daß der Energieverlust minimal ist. Nach Erreichen der vollen Drehzahl wird die Anfahrölpumpe 9 selbsttätig abgeschaltet und das Hilfsauslaßventil 12 geschlossen; der Kompressor fördert jetzt ins Netz. Beim Stillsetzen des Kompressors, das bei Erreichung des eingestellten oberen Enddruckes geschieht, vollziehen sich die gleichen Schaltungen in umgekehrter Reihenfolge, ebenfalls vollkommen selbsttätig.

Bild 3 zeigt eine mit dem beschriebenen System ausgerüstete Anlage, bestehend aus zwei Elektro-Turbokompressoren von je 5000 m³/h Saugleistung auf 8 bis 10 atü, die sich seit etwa einem halben Jahr in störungsfreiem Betrieb befindet.

Die Anlage dient neben der Versorgung der Preßluftwerkzeuge in der Gießerei zum Betrieb von Hämmern und Pressen, die aus wirtschaftlichen Gründen von Dampf auf Preßluft umgestellt wurden. Für die Wahl von Turbokompressoren sprach die Tatsache, daß sie ölfreie Preßluft liefern; da hierbei eine Explosionsgefahr nicht zu befürchten ist, so kann die Preßlufttemperatur vor den Hämmern und Pressen durch die stets verfügbare Abwärme der Schmiedeöfen beträchtlich erhöht und damit die Wirtschaftlichkeit des Preßluftbetriebes noch weiter gesteigert werden.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-AUSNUTZUNG
ABGAS-AUSNUTZUNG
für Heizung und Trocknung
Auslandsvertreter gesucht!
Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug G. m. b. H. „ABAS", Berlin W 57.

ABDAMPF-ENTÖLER
„BÜHRING" / D. R. P.
mit Ölrückgewinnung
Preßluft-Entöler D. R. P.
Entöler
Vorwärmer
Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler
Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle / Maschinenfabr. Kesselschmiede-Apparateb.

ARBEITER-SCHUTZMITTEL
aller Art
Oskar Haug, Stuttgart V
Rendsburgstr. 160

ARMATUREN
Dicker & Werneburg, G. m. b. H.
Halle/Saale

ARMATUREN
Ventile Schieber
für Satt- und Heißdampf
Wasser und Gase
Franz Seiffert & Co. A.-G.
Berlin C 19 Eberswalde

ARMATUREN
für Dampfkessel
baut
Carl Vogel, Chemnitz

AUFWALZMASCHINEN
Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE
MSN
Aufzugswerke Nürnberg
M. Schmitt & Sohn
Schließfach 83
Gegründet 1861
München / Mannheim
Köln / Saarbrücken / Hannover
Hamburg / Berlin W / Essen
Frankfurt / Leipzig / Stuttgart

AUFZÜGE
für Personen, Lasten, Speisen, Akten
Heime & Hans Herzfeld
Masch.- und Apparate-Fabrik
(Inh.: Ing. Paul Heime u. Willi Zick)
Halle a. d. Saale
HH

AUFZÜGE
für die Industrie,
jeder Betriebsart und Größe
ferner Akten-, Speise-, Kohlen- und Wäscheaufzüge
ca. 1000 Anlagen ausgeführt
G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau - Aktiengesellschaft
Hanau a. Main
Gegründet 1816

AUFZÜGE
sämtlicher Systeme an 30000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge
Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik
ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

AUFZÜGE
sämtlicher Systeme
Spez.:
Industrieaufzüge
Maschinenfabrik Erich Gimpel
Berlin SO 33
Telephon: Moritzplatz, 1442 u. 7188
Lieferant. staatl. u. städt. Behörden

AUFZÜGE
Original Dreistern Aufzüge
MM E
Maschinenfabrik
Mühleissen m. b. H.
Elberfeld

AUFZÜGE, KRANE
Industrie-Aufzüge
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge
Maschinenfabrik Wiesbaden

AUFZÜGE
Aufzüge
FR. SCHÜLE & Co
AUFZÜGEFABRIK
FELDKIRCHEN b/MÜNCHEN

AUFZÜGE
Elektr. Aufzüge
mit Druckknopfsteuerung
Paternosteraufzüge
Selbsttätige Kippaufzüge für Kohlen- und Schlackenförderung
R. Stahl A.-G., Stuttgart

AUFZÜGE
in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe
Windscheid & Wendel
Eisengießerei und Maschinenfabrik
Düsseldorf-O

AUTOGENE
Schweiß- und Schneid-Anlagen mit sämtlichem Zubehör.
Gaswerkzeuge
für alle Gasarten.
Heime & Hans Herzfeld
Masch.- und Apparate-Fabrik
(Inh.: Ing. Paul Heime u. Willi Zick)
Halle a. d. Saale
HH

B

BANDSTAHL
für alle Verwendungszwecke
Erich Loewe, G. m. b. H., Berlin C 19

BENZINLAGERUNGEN
höchster Vollendung
Martini & Hüneke,
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft.
Berlin SW 48

BERGWERKS-MASCHINEN
für Gewinnung und Beförderung
Preßluft resp. elektr. Antrieb
Dt. Bergbaumaschinen G. m. b. H.
Beuthen O.-S.

BERUFS- u. ARBEITSKLEIDUNG
kauft man im Spezialgeschäft
Kohnen & Jöring
Berlin, Alexanderstr. 12.
Beachten Sie unsere Anzeige in den VDI-Nachrichten

BLECH-ROHRLEITUNGEN
Rohre und Formstücke
Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.
Berlin C 19 Eberswalde

BRUNNENBAU
(Rohrfilterbrunnen)
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

KREUSER-
DAMPFHÄMMER
D. R. P.
mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- u. Gesenkarbeiten.
Adolf Kreuser G. m. b. H., Hamm (Westf.)
Werkstattausführung: Wagner & (
Werkzeugmaschinenfabrik m. b.
Dortmund.

DAMPFKESSEL-DEFEKTE
auch die schwierigsten beseiti
durch langjährig bewährtes Schw
verfahren mittels Elektrizin un
Garantie
Allgemeine Elektro - Schweißerei Akt. Ge
Düsseldorf, Tel. 9382, 9383 :: Fra
furt/M., Tel. Hansa 3943 :: Halle,
Tel. 4021 :: Hannover, Tel. West
Empfehlungen erst. Firmen und
Dampfkessel Überwachungs-Behö

SICHERHEITS-
DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS VENTILE
System „Bühring" D. R. G. M.
Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar.
Aus Vorrat lieferbar.
Bühring A.-G., Landsberg Bez. H
Maschinenfabrik / Kesselschmie
Apparatebau

DAMPFMESSER
Wassermesser, Preßluftmesse
Gasmesser
mit und ohne Schreib- u. Zählwe
mit und ohne autom. Druckberich
Gehre-Dampfmesser-Gesellscha
Inh.: **Dr. Martin Böhme, Berlin**

CLAASSEN-
DAMPFMESSER
Dampfzähler, Ventile mit kombi
Dampfmesser, automatische D
berücksichtigungen ohne Gelenke
eig. Patente. Ueber 1000 St. geli
In Niederdruck-Dampfmesser
größter Umsatz Deutschland
Ernst Claassen & Co.
Berlin-Groß-Lichterfelde-Ost

STABE-
DAMPFMESSER
Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend,
automat. Druckberücksichtig
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365
in Hunderten von Ausführun
geliefert für Dampfmaschin
Dampfhämmer, Walzenzugmasch
Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste
Feodor Stabe Apparatebauans
Berlin SO 26

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neue Wege der Kraftwirtschaft

LHL (Linke-Hofmann-Lauchhammer)-Mitteilungen

Neuzeitliche Papiermaschine zur Herstellung einseitig hochglatten Papieres.

Die nebenstehend abgebil-
ete Papiermaschine stellt
inen besonderen Typ dar, der
ich in den letzten Jahren
erausgebildet hat. Diese
laschinen dienen hauptsäch-
ch zur Herstellung von dün-
em Papier von 15 bis 40g/m², essen eine Seite mit hoher piegelglätte versehen wird, ährend die andere Seite des apieres ungeglättet bleibt.)ie Maschine besteht im we-
entlichen aus einer Lang-
iebpartie, den Naßpressen nd dem Trockenapparat.

Auf dem Sieb findet die ildung der Papierbahn und ie erste natürliche Entwässe-
ung des stark verdünnten 'aserstoffes statt. Mehrere auger unterstützen diese ntwässerung. Die Papier-
ahn wird in den Pressen urch maschinellen Druck eiter ausgepreßt und schließ-
ch im Trockenapparat mittels Ieizung durch Dampf vollständig getrocknet. Der 'rockenapparat besteht bei diesem Maschinentyp aus inem einzigen großen Zylinder, der mit einem Durchmesser is zu 3,2 und 3,6 m ausgeführt wird und dessen gußeiserne Vandung außen sehr hohe Glätte aufweisen muß. In)eutschland ist die Größe des Zylinder-Durchmessers bei ahntransport auf 3,2 m beschränkt.

Das Innere des Zylinders wird mit Dampf von 2 bis at abs. Spannung geheizt. Gewöhnlich verwendet man ierzu Abdampf, der vorher bereits in einer Kraftmaschine rbeit geleistet hat. Die noch sehr feuchte Papierbahn wird n dem sich drehenden Zylinder durch zwei Anpreßwalzen nter Zwischenschaltung eines Filzes angepreßt, von dem ylinder mitgenommen und fertig getrocknet; alsdann wird as Papier auf Haspel oder Rollstangen aufgewickelt, so daß s in Rollen verarbeitet werden kann.

Durch die spiegelartige hohe Glätte der geheizten Zy-
nderfläche und den Druck der Anpreßwalzen erhält das 'apier ähnlich wie bei einem Glättprozeß auf der an dem ylinder anliegenden Seite die gewünschte Glätte.

Der Zylinder ist mit einer Haube aus Schmiedeeisen und upfer umkleidet, die zum Auffangen der bei der außer-
rdentlich raschen Trocknung der Papierbahn entstehenden)ampfschwaden dient. Durch einen Ventilator werden diese chwaden abgesaugt, wobei die zuströmende Frischluft vor-
er angewärmt und getrocknet wird. Hierdurch wird die 'rocknung der Papierbahn begünstigt und ein Niederschlagen er heißen Dampfschwaden im Maschinenraum verhindert.

Die normale Fabrikationsgeschwindigkeit, mit der das 'apier erzeugt wird, beträgt bei diesen Maschinen je nach der Stärke der zu erzeugenden Papierbahn bis 120 m in der Minute und kann evtl. noch weiter gesteigert werden. Die Papierbahn läßt sich in einer Breite bis 4½ m und darüber herstellen. Eine solche Maschine erzeugt je nach der Breite der Maschine und Sorte des Papiers bis zu 30 000 kg Papier in 24 Stunden.

Diese Maschinen haben sich ganz besonders in den nordischen Ländern eingebürgert; die Abbildung stellt die Originalaufnahme einer derartigen Maschine in Schweden dar, die in der Linke-Hofmann-Lauchhammer Aktiengesellschaft, Abteilung Füllnerwerk in Warmbrunn (Schlesien) gebaut worden ist. Bereits 16 Stück der gleichen Maschinen hat das Füllnerwerk bisher geliefert und in Betrieb gesetzt. Da die Papierbahn bei dieser Maschine auf einen einzigen Zylinder fertiggestellt wird, so nennt man diese Maschinen kurz Einzylindermaschinen, im Gegensatz zu den gewöhnlich mit einer größeren Zahl von Trockenzylindern ausgerüsteten Maschinen, die zur Herstellung aller übrigen nicht einseitig glatten Papiersorten gebraucht werden.

Auch starkes einseitig glattes Papier im Gewicht von 40 bis 200 g/m² und mehr kann mit diesen Maschinen erzeugt werden. Es wird dann der Abnahmefilz anders geführt, so daß die Maschinen wie gewöhnliche Papiermaschinen mit Gautschpressen und einer Naßpresse arbeiten. Durch Anfügen weiterer Nachtrockenzylinder und eines Glättwerkes wird auch die Herstellung von doppelseitig glattem, d. h. maschinenglattem Papier ermöglicht.

Das untenstehende Bild zeigt die Naßpressen- und Trockenpartie einer Papiermaschine mit mehreren Trockenzylindern. Das Füllnerwerk Warmbrunn hat aber auch bedeutend größere Maschinen gebaut. Bei diesen ist die Zahl der Trockenzylinder 50 und mehr, je nach Geschwindigkeit und Leistung. Die Gesamtzahl der vom Füllnerwerk hergestellten und in Betrieb gesetzten Papiermaschinen beträgt etwa 460.

Ein naturgetreues und betriebsfähiges Modell der nachstehend abgebildeten Maschine ist vom Füllnerwerk für das Deutsche Museum in München hergestellt und gestiftet worden.

Naßpressen- und Trockenpartie einer Papiermaschine zur Herstellung mittelfeiner und feiner Papiersorten.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING" / D. R. P. mit Ölrückgewinnung

Preßluft-Entöler D. R. P.

Entöler

Vorwärmer

Gegenstrom-Vorwärmer, Öl- u. Luftkühler

Bühring A.-G., Landsberg
Bez. Halle / Maschinenfabr. Kesselschmiede-Apparateb.

ALUMINIUMGUSS

und Metallguß

Dann & Co., Berlin S 59
Planufer 92 b

ARBEITER-SCHUTZMITTEL

aller Art

Oskar Haug, Stuttgart V
Reinsburgstr. 160

ARMATUREN

Dicker & Werneburg, G. m. b. H.
Halle/Saale

ARMATUREN

Ventile Schieber für Satt- und Heißdampf Wasser und Gase

Franz Seiffert & Co. A.-G.
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

MSN

Aufzugswerke Nürnberg
M. Schmitt & Sohn
Schließfach 83
Gegründet 1861
München / Mannheim
Köln / Saarbrücken / Hannover
Hamburg / Berlin W / Essen
Frankfurt / Leipzig / Stuttgart

AUFZÜGE

für die Industrie, jeder Betriebsart und Größe ferner Akten-, Speise-, Kohlen- und Wäscheaufzüge

ca. 1000 Anlagen ausgeführt

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. Main
Gegründet 1816

AUFZÜGE

sämtlicher Systeme an 30000 Anlagen geliefert. Paternosteraufzüge, Bahnhofsaufzüge, Speiseaufzüge

Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik
ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

AUFWALZMASCHINEN

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.,
Berlin C 19 Eberswalde

AUFZÜGE

Elektrische Aufzüge für Personen oder Lasten mit Seil- oder elektrischer Steuerung Paternosteraufzüge für Personen

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Original Dreistern Aufzüge

Maschinenfabrik
Mühleissen m. b. H.
Elberfeld

AUFZÜGE, KRANE

Industrie-Aufzüge
Paternoster-Aufzüge
Personen-Aufzüge

Maschinenfabrik Wiesbaden

AUFZÜGE

Aufzüge

FR. SCHÜLE & CO
AUFZÜGEFABRIK
FELDKIRCHEN B/MÜNCHEN

AUFZÜGE

in Sonderheit Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung für Zechen, Fabriken, Lagerhäuser, jed. Betriebsart, Tragkraft und Größe

Windscheid & Wendel
Eisengießerei und Maschinenfabrik
Düsseldorf-O

B

BANDSTAHL

für alle Verwendungszwecke

Erich Loewe, G. m. b. H., Berlin C 19

BLECH-ROHRLEITUNGEN

Rohre und Formstücke

Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges.
Berlin C 19 Eberswalde

BENZINLAGERUNGEN

höchster Vollendung

Martini & Hüneke,
Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft.
Berlin SW 48

BERGWERKS-MASCHINEN

für Gewinnung und Beförderung

Preßluft resp. elektr. Antrieb

Dt. Bergbaumaschinen G. m. b. H.
Beuthen O.-S.

BERUFS- u. ARBEITSKLEIDUNG

kauft man im Spezialgeschäft

Kohnen & Jöring
Berlin, Alexanderstr. 12.

Beachten Sie unsere Anzeige in den VDI-Nachrichten

BIEGSAME WELLEN

Armaturen dazu, Kesselrohrreiniger

Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-W. Steglitzerstr. 21 D

BOHRFUTTER

„Deboga"

D. R. P. u. A. P.

nennt sich das in der Maschinen-Industrie Erstaunen erregende

selbstspannende Bohrfutter

welches bei vollkommenster Bohrtechnik auch noch an jeder Bohrmaschine jährlich

80 Lohnstunden

einspart. / Ueberall im Werkzeughandel erhältlich.

**DEUTSCHE BOHRFUTTER-GESELLSCHAFT m. b. H.
AUGSBURG ∗ Bezirk 3**

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)

Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

D

KREUSER-
DAMPFHÄMME
D. R. P.

mit Selbststeuerung oder Handventilsteuerung in ein- u. zweiständriger Ausführung für Reck- u. Gesenkarbeiten.

Adolf Kreuser G. m. b. H., Hamm (Westf.)

Werkstattausführung: Wagner & C Werkzeugmaschinenfabrik m. b. Dortmund.

SICHERHEITS-
DAMPFKESSEL-SCHLAMM-ABLASS-VENTILE

System „Bühring" D. R. G. M.

Ventilkegel während des Betriebes nachschleifbar. Aus Vorrat lieferbar.

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Ha
Maschinenfabrik / Kesselschmied
Apparatebau

DAMPFMESSER

Wassermesser, Preßluftmesser, Gasmesser
mit und ohne Schreib- u. Zählwer
mit und ohne autom. Druckbericht
Gehre-Dampfmesser-Gesellschaf
Inh.: **Dr. Martin Böhme, Berlin W**

CLAASSEN-
DAMPFMESSER

Dampfzähler. Ventile mit kombini Dampfmesser, automatische Dru berücksichtigungen ohne Gelenke. eig. Patente. Ueber 1000 St. gelief In Niederdruck-Dampfmessern größter Umsatz Deutschlands.

Ernst Claassen & Co.
Berlin-Groß-Lichterfelde-Ost

DAMPFMESSER

Gasmesser, Luftmesser. Speisewasserme

anzeigend, registriere zählend.

Siemens & Halske A.-G. Wernerw
Siemensstadt bei Berlin

DAMPFTROCKNER

„ORCA" / D. R. P.

Dampfreini Entwässer erzeugt vö reinen schlammfre trockene Dampf

Kohlenersparnis bis 15%

Bühring A.-G., Landsberg Bez. Ha
Maschinenfabrik Kesselschmie
Apparatebau

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

V★D★I

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

Nr. 52 **Berlin, 27. Dezember 1924** **Bd. 68**

Anzeigenpreise und Bezugsbedingungen auf Anzeigenseite 100

Bezugsgebühren für 1925 siehe Beilage

T. W.-Kartei

Elektrofilter-Gasreinigung

TWL 802/976/977

Siemens-Schuckert

SSW 1917 | Schaltung einer Elektrofilteranlage | TWL 802

Die Elektrofilter-Gasreinigung bezweckt, aus Gasen aller Art staubartige und nebelförmige Schwebeteilchen auszuscheiden. Man bedient sich dazu hochgespannter Elektrizität von 50 000 bis 100 000 Volt Spannung, die aus Wechselstrom mittels eines ruhenden Transformators erzeugt und durch einen mechanischen Gleichrichter in pulsierenden Gleichstrom verwandelt wird.

Das Elektrofilter enthält zwei Arten von Elektroden, die isoliert befestigten, kleinflächigen Sprüh- oder Ladeelektroden, aus denen die hochgespannte Elektrizität ausströmt und die Schwebeteilchen lädt, und die großflächigen Niederschlagselektroden, auf denen sich die geladenen Schwebeteilchen abscheiden, bis sie entweder durch die eigene Schwere oder mit Hilfe einer besonderen Schüttelvorrichtung in den Sammelraum abfallen. Der Sammelraum besteht aus einem oder mehreren Trichtern, aus denen der Staub nach Bedarf entleert wird, oder aus einem Graben mit einer Förderschnecke, die das Niederschlagsgut ununterbrochen abführt.

Das Schaltbild TWL 802 zeigt die verhältnismäßig einfache Schaltung der ganzen Elektrofilteranlage, wobei in manchen Fällen der Schüttelmotor mit der zugehörigen Motorschalttafel noch entbehrlich ist.

Aus den zwei Elektrofiltern des Bildes TWL 976 wird in jeder Betriebsschicht rund 1 Tonne wertvollen Koks- und Anthrazitstaubes wiedergewonnen. Die Schornsteine der beiden Filter ohne und mit Spannung am Filter zeigt Bild TWL 977.

Das SSW-Elektrofilter gestattet sowohl Nutzgase der chemischen und Hüttenindustrie usw. von schädlichen Beimengungen zu befreien, als auch Abfallgase zu reinigen, so daß sie unbedenklich ins Freie gelassen werden können.

Die Vorzüge liegen in dem geringen Energiebedarf, praktisch vernachlässigbaren Durchgangswiderstand, der Möglichkeit der Filterung heißer Gase bis etwa 500 °C, dem geringen Verschleiß und der einfachen Bedienung der Anlage.

Die SSW haben Elektrofilter für die verschiedensten Industrien bis zu den größten Leistungen ausgeführt und im Bau.

SSW 1918 | Elektrofilter für größere Gasmengen | TWL 976

ausgeschaltet eingeschaltet

SSW 1918 | Elektrofilter-Anlage Schornsteine bei aus- u. eingeschaltetem Filterstrom | TWL 977

Sonderdruck-Bestell-Nr. 2249
der SSW, Literarisches Bureau.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

J

JALOUSIEN

Kaweblock-Eisenbau G.m.b.H.
Berlin W 35, Am Karlsbad 16

K

KALKWERKSBAU

Peretti & Funck, A.-G.,
vorm. Adolf Francke gegr. 1887
Magdeburg, Lübecker Straße 33

KAMINKÜHLER

Gradierwerke

RAK

Rhein. Apparate- u. Kühlwerksbau
G. m. b. H.
Mülheim-Ruhr

KOMPLETTE

KESSEL-HÄUSER

mit Bunker-Anlagen
Peretti & Funck, A.-G.,
vorm. Adolf Francke gegr. 1887
Magdeburg, Lübecker Straße 33

KETTEN

Duisburger Kettenfabrik und Hammerwerk H. d'Hohne
Fernruf: 405, 415
Telegr.: Kettenfabrik Hone

KETTEN

A. Paul Gronemeyer
Kettenfabrik
Düsseldorf-V, Schließfach 833
Lieferung auch ab unbesetztem Gebiet

KLAVIERSAITEN-DRÄHTE

Erich Loewe, G.m.b.H., Berlin C 19

KLEIDERSCHRÄNKE

für Beamte und Arbeiter,
aus Eisen,
Werkzeugschränke
Adolf Zaiser, Maschinenfabrik,
Stuttgart.

KOHLENSTAUB-FEUERUNGEN

Fuller-Mühle / Fuller-Staubpumpe
Fuller-Brenner
Claudius Peters, Hamburg 1
Glockengießerwall 2 (Wallhof)
Bamag-Dessau

KONDENSTÖPFE

Dicker & Werneburg, G.m.b.H.
Halle/Saale

KONDENSTÖPFE

Franz Seiffert & Co., A.-G.
Berlin C 19 Eberswalde

KONDENSWASSER-ABLEITER „OKULI"

mit Schauglas D. R. P.
Bühring-Kondenswasser-Rückleitungs-Anlagen
Bühring A.-G., Landsberg Bez. Halle
Maschinenfabrik - Kesselschmiede
Apparatebau

KRANE

für Werkstätten,
Hütten, Werften, Hafenbetriebe;
Verladebrücken, Selbstgreifer
Carl Flohr A.-G., Berlin N 4
Maschinenfabrik
ca. 2000 Arbeiter und Beamte
Gegründet 1852

KRANE

Hebevorrichtungen
Maschinenfabrik Wiesbaden

KRANE

Derrickkrane
für alle Zwecke, normalisiert
für 3, 5, 10 und 20 t Tragkraft
Schmidt-Tychsen, Kiel-Heikendorf

KÜHLAPPARATE

für Öl, Säure, Lauge, Bier, Milch,
Hefe, Wein usw.
O. A. Klotz, Heidelberg 49
Spezialfabrik für Kühlapparate

KÜHLTÜRME

Gradierwerke
H. Friederichs & Co.
Sagan

KÜHL- UND HEIZSCHLANGEN

Oberschles. Rohrbau-Gesellschaft m. b. H.
Berlin SW 19 Gleiwitz

L

LICHTPAUS-PAPIERE

Entwurf-Détail-Papiere,
Oelpauspapiere, Zeichenpapiere,
Pausleinen.
C. Wiest, Stuttgart,
Mittelstraße 15

LUFTFILTER

Alfred Budil
Berlin-Tempelhof

LUFTFILTER

DELBAG

Deutsche Luftfilter-Bauges. m. b. H.
Berlin W 66.

LUFTFILTER

K. & Th. Möller G.m.b.H.,
Brackwede i.W

M

MODELLE

jeder Art,
Modellplatten
Peter Koch G. m. b. H.,
Köln-Nippes

N

NIETWÄRMER

elektr Gefei-Nietwärmer
mit Verdampfungskühlung D.R.P.
GEFEI Gesellschaft für elektrotechn. Industrie m.b.H.
Berlin SO 36, Maybach-Ufer 48—51

O

ÖFEN

Glüh-, Härte-, Einsatzöfen usw.
für alle Brennstoffe
System Dr. Ing. Mahler
J. F. Mahler Industrieofenbau
Esslingen a. N.

ÖL-SCHLEUDERFILTER „RADIKAL"

in vollendeter Bauart liefert
Ortenbach & Vogel
Maschinenfabriken A.-G.
Bitterfeld

ÖL-RÜCKGEWINNUNG

97 %
aus Schrauben
Massenteilen,
Spänen,
Putztüchern
mit dem
neuen
„Spanex"
Prospekt
auf
Wunsch.
Zahnräder- u. Maschinenfabrik Gm
Rabenstein bei Chemnitz i. Sa.

P

PRESSLUFT-MESSER

Dampfmesser, Wassermesser,
Gasmesser
mit und ohne Schreib- u. Zählwerk
mit und ohne autom. Druckberichtig
Gehre-Dampfmesser-Gesellschaft
Inh.: **Dr. Martin Böhme, Berlin W**

PRESSPUMPEN

hydraulische
für Hand- und Kraftbetrieb, Probier
pumpen und Hochdruckarmature
fertigt an in bester Güte
Rich. Horst & Co.
Urach 1 (Württb.)

PULSOMETER

baut
Carl Vogel, Chemnitz

PUMPEN

Rotations- und Zentrifugalpumpen
für alle Verhältnisse
Carl Enke G. m. b. H., Schkeudit
bei Leipzig 74

PUMPEN ALLER ART

Frerichswerk
(J Frerichs & Co., Aktiengesellschaft
Osterholz Scharmbeck bei Bremen

PUMPEN

bis 800 mm l.W.
Kreiselpumpen f. Hoch- u. Niederdru
Hauswasserversorgungen
mit automatischer Luftzuführung
Maschinenfabrik und Eisengießer
Wilh. Ziegler
Frankfurt a. M.-Rödelheim
Drahtanschr.: Niddawerk Frankfurtm
Anruf: F.a/M Amt Maingau 2510—25

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Anzeigenpreise und Bezugsbedingungen

1/1	1/2	1/4	1/8	1/16	Seite
360,—	190,—	100,—	55,—	30,—	Goldmark

Nachlaß:	bei	6	13	26	52	Aufnahmen innerhalb Jahresfrist
		5	10	20	30	vH

Eintragungen im Bezugsquellen-Nachweis werden mit 0,60 Goldmark für die einspaltige Millimeterzeile berechnet.
Kleine Anzeigen werden mit —,30 Mk. je mm Höhe der 30 mm breiten Spalte berechnet. Stellengesuche für Mitglieder mit —,22 für Nichtmitgliede mit —,27 Mk. je mm Höhe.
Annahmeschluß für allgemeine Anzeigen: Mittwoch in der Woche vor Erscheinen; für kleine Anzeigen Montag: früh in der Erscheinungswoche.
Die VDI-Zeitschrift erscheint wöchentlich. Bezug nur durch den Verlag. Bezugspreis für 1924 ganzjährlich 40,— Goldmark, halbjährlich 21,— Goldmar vierteljährlich 11,— Goldmark, Einzelhefte 1,75 Goldmark.
Notwendig werdende Nachforderungen vorbehalten. **Zahlung mit genauer Angabe des Verwendungszweckes auf Postschec Konto Berlin 102373 erbeten.**
Mitglieder des VDI zahlen einen ermäßigten Bezugspreis an die Geschäftsstelle des VDI, Berlin NW 7, Sommerstr. 4a (Postscheck-Konto Berlin 6535).
Der Verlag behält sich vor, die Aufnahme von Anzeigen und Beilagen ohne Angabe von Gründen abzulehnen und laufende Aufträge einzustellen. I Uebrigen gelten die Bedingungen der Arbeitsgemeinschaft technisch-wissenschaftlicher Zeitschriftenverleger **ATZ**, der folgende Verleger angehören
V D I-Verlag, G. m. b. H., Berlin. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf. Verlag Glückauf m. b. H., Essen.

V D I-VERLAG G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. 7

VDI STELLENGESUCHE VDI

VDI STELLENANGEBOTE VDI

Erfahrener

Konstrukteur

für Transmissionsteile, zuverlässig und mit Normung vertraut, als Vertreter des Bürochefs zum baldigen Eintritt gesucht. Für Verheiratete ist hübsche Wohnung vorhanden.

Angebote mit Lichtbild, Angabe des Ausbildungsganges, der bisherigen Tätigkeit, des frühesten Eintrittstermins, der Gehaltsansprüche, der persönlichen und evtl. Familienverhältnisse an (12770)

A. Friedr. Flender & Co.
Transmissionswerke
Bocholt i/W.

INGENIEUR

als Assistent des leitenden Betriebsingenieurs

zur Überwachung der maschinellen Anlagen und des Kesselhauses sowie der dazu erforderlichen Konstruktionsarbeiten **gesucht.** (12760)

Ausführliche Angebote mit Lebenslauf und Zeugnisabschriften sowie Gehaltsansprüchen erbeten.

Deka Pneumatik G. m. b. H.
Berlin O 112.

Tüchtiger

Ingenieur

des Maschinenbaues als selbständiger Konstrukteur für automatische Maschinen und Einrichtungen zur Massenfabrikation gesucht. Ausführl. Bewerbungen erbeten unter **J. 1569** an den Verlag dieser Zeitschrift. (12776)

Für die Reparatur-Werkstatt eines großen Werkes der Verfeinerungs-Industrie in Deutsch-Oberschlesien wird ein mögl. unverheirateter, energischer, erfahrener

Betriebsingenieur

gesucht. Verlangt werden beste Erfahrungen im Austauschbau, in den wirtschaftl. Fabrikationsmethoden und in der Werkzeugherstellung.

Bevorzugt werden Bewerber, die längere Zeit in Werkstätten von Werkzeugmaschinenfabriken gearbeitet haben. Dienstwohnung kann nicht gestellt werden.

Die Angebote sind zu richten unter **U. 1579** an den Verlag dieser Zeitschrift. (12784)

Betriebsingenieure

für Drahtspinnerei in der Nähe Berlins gesucht. Bevorzugte Bewerber mit Erfahrungen im Bespinnen **feiner Dynamodrähte.**

Ausführliche Angebote erbeten unter **L. 1571** an den Verlag dieser Zeitschrift. (c. 1496)

Betriebs-Ingenieur

mit guter Werkstattpraxis in Blechbearbeitung, Apparatebau, Fabrikation geschweißter Blechrohrleitungen, Presserei u. Stanzerei, für Fabrik Nähe Berlin, Belegschaft ca. 100 Mann, gesucht. Bewerber müssen den Betrieb durchaus selbständig und erfolgreich leiten können. Kenntnisse in Kalkulation und neuzeitlicher Betriebsorganisation besitzen und in ähnlichen Stellungen tätig gewesen sein. Wohnung wird evtl. gestellt. Angebote mit Bildungsgang, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen, Tag des Eintritts, erbeten unter **C. 1409** an den Verlag d. Zeitschrift. (12601)

Erfolgreiche Arbeit

leistet der Stellen-Eildienst; er vermittelt eine vollständige Übersicht des Stellenmarktes

für

naturwissenschaftlich-technische Akademiker

aus allen einschlägigen Tageszeitungen und Fachzeitschriften, erscheint wöchentlich 2mal und bietet für

Stellungsuchende

die beste Aussicht auf Erfolg.

Es wurden

durch den Stellen-Eildienst

im letzten Halbjahr monatl. ca. 3000 Stellenangebote (ca. 300 für das Ausland) nachgewiesen.

Bezugspreis M. 10.— monatlich. Vorzugspreis für die VDI-Mitglieder herabgesetzt auf monatlich M. 7.—

Herausgegeben vom

Zentralstellennachweis für naturwissenschaftlich-technische Akademiker, Abteilung Berlin.

Zu bestellen gegen Voreinsendung bei

Oberingenieur C. Bungart, Berlin NW 87, Tile-Wardenbergstr. 27

Postscheckkonto Berlin 81096. (12704)

Ingenieur-Akquisiteur

für Schwerölmotoren

mit nachweisbar erfolgreicher Reise-

tätigkeit in Nord-Baden, Pfalz, Hessen-Nassau von großer Fabrik gesucht.

Angebote unter **K. 1548** an den Verlag dieser Zeitschr. (12751)

Wir suchen zur Vertretung der Betriebsdirektion einen erstklassigen, erfahrenen

Oberingenieur

Bewerber müssen mit der modernen Betriebsführung durchaus vertraut sein und eine mehrjährige erfolgreiche Tätigkeit als Fabrikationsingenieur nachweisen können. Alter 35—40 Jhr. Gesuche mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Referenzen erbeten an die Personalabteilung der **Schnellpressenfabrik Frankenthal, Albert & Cie., Akt.-Ges., Frankenthal, Pfalz.** 12782)

Südd. Maschinenfabrik für Brauerei-Anlagen sucht zu sofortigem Eintritt mehrere

Fach-Ingenieure

im Alter von 25—40 Jahren, welche längere Zeit im Brauereimaschinenfach erfolgreich tätig waren und in Konstruktion und Ausarbeitung von Kostenanschlägen wirklich erfahren sind.

Nur Angebote von Herren der obigen Branche, mit Zeugnissen und ersten Referenzen belegt, können Berücksichtigung finden, alles andere zwecklos.

Angebote unter **R. 1532** an den Verlag dieser Zeitschrift. (12727)

Jüngerer Ingenieur

mit kaufm. Veranlagung, der für Aquisitionstätigkeit ausgebildet werden soll, von Wassermesserfabrik gesucht. Ang. m. Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisse usw. an den Verlag dieser Zeitschrift unter **D. 1586.** (12787)

Wir suchen zum möglichst schnellsten Antr einen zuverlässigen

Ingenieur-Konstrukteur

mit guten Erfahrungen im Bau von komplett **Staubkohlen-Feuerungsanlagen** bei gutem E kommen. Wärmeingenieure wollen Lebensla Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüche einsend unter **K. 1570** an den Verlag dieser Zeitschr. (127

Tüchtige

Waggonbau-Konstrukteure

für das Kalkulations- und Offertbüro eines größeren Industrieunternehmens Niederschlesiens

zum baldig. Eintritt gesucht

Bewerber müssen im Waggonbau längere Praxis nachweisen können und möglichst bereits im Kalkulationswesen tätig gewesen sein.

Nur diesen Bedingungen entsprechende Herren wollen ihre Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Angabe der Gehaltsansprüche unt. Kennwort **„Offert“/W. 1559** an den Verlag dieser Zeitschrift einsenden. (12766 a)

Stellengesuche und -Angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

Zur Ausarbeitung von Werkzeugeinrichtungen und Bearbeitungsplänen suchen wir aus der Praxis hervorgegangene

Ingenieure

welche befähigt sind, zur Bearbeitung von Teilen aus der modernen Automobil-, Armaturen- und Metallwaren-Industrie auf unseren Fabrikaten (Revolverbänken verschiender Bauart, sowie Halb- und Vollautomaten) die jeweils besten Bearbeitungsmethoden und auf Höchstleistung durchgebildeten Werkzeug-Einrichtungen anzuwenden.

Nur Herren, welche sich mit nachweislich gutem Erfolge auf diesem Gebiete betätigt haben, wollen ausführliche Bewerbungen mit Angabe der bisherigen Tätigkeit, des Alters und der Gehaltsansprüche richten an (12730)

Carl Hase & Wrede, G. m. b. H., Berlin N. 20.

Betriebsleiter

gesucht!

Für eine große Schrauben- und Nietenfabrik wird ein tüchtiger, energischer Ingenieur gesucht, der sowohl den Betrieb, wie die maschinelle Leitung übernehmen kann. Für verheiratete Bewerber Wohnung vorhanden. (12679)

Angebote mit Zeugnisabschriften nebst Gehaltsansprüchen sind zu richten unter **K. 1282** an den Verlag dieser Zeitschrift.

Vorkalkulator

gesucht. **Tüchtig, energisch,** mögl. a. d. Landmaschinenbau. Beding.: Langjähr. Werkstattpraxis, gute theoret. Kenntnisse u. Erfahrungen i. moderner, betriebswissenschaftlicher Vorkalkulation. Bei bewährter Leistung aussichtsreiche Stellung.

Nur **ausführl.** Offerten v. **Spezialisten** a. d. Gebiete m. Photo, Zeugnisabschr., Gehaltsanspr. u. Ang. d. frühest. Eintrittstermins werden **berücksichtigt** unt. **B. 1518** a. d. Verlag diser Zeitschrift. (12742)

Wärmewirtschaft

Ingenieure, die aus dem Gebiete der Wärmewirtschaft volkstümliche Abhandlungen liefern können, zur Mitarbeit an einem Fachwerk gesucht. Rein wissenschaftliche Beiträge kommen nicht in Betracht. Ausführliche Angebote erbeten unter **D. W. 832** an **Rudolf Mosse, Dresden.** (12641)

Mittlere Fabrik der Metallbearbeitungsbranche in Süddeutschland sucht zum baldigen Eintritt tüchtigen Ingenieur als

Betriebsleiter

möglichst mit Hochschulbildung. Langjährige, praktische Erfahrung in der Massenfabrikation, sowie gründliche Kenntnis der mod. Betriebsführung, Organisation u. Materialprüfung erforderlich. Angebote mit Zeugnisabschr., Lebensl., Lichtbild u. Gehaltsansprüchen unter **L. 1527** an den Verlag dieser Zeitschrift. (12733)

Konstrukteur

für liegende kompressorlose Diesel-Motoren, der langjährige Erfahrung und Praxis im Probierstand nachweisen kann, von einer angesehenen Motorenfabrik Mitteldeutschlands (12662)

gesucht.

Lebenslauf, Lichtbild nebst Gehaltsansprüchen unter C. 1475 an den Verlag dieser Zeitschr. erbeten.

---

3 *Gesichtspunkte*

die jeder *Stellensuchende* in seinem eigenen Interesse beachten sollte:

1. *Bewerben Sie* sich nur auf solche Angebote hin, denen Ihre Fachkenntnisse entsprechen.
2. *Legen Sie* Ihren Bewerbungen nur die *Abschriften* der *wichtigsten* Unterlagen bei; Originale nur dann, wenn sie gefordert werden.
3. *Geben Sie* bei Zifferanzeigen das genaue Kennwort an. Dadurch vermeiden Sie zeitraubende Rückfragen und unnötige Verzögerungen in der Zustellung an die ausschreibenden Firmen.

Lassen Sie diese Punkte außer Acht, so tragen Sie selbst Schuld, wenn Sie Ihre Bewerbungsunterlagen garnicht oder verspätet zurück erhalten

VDI-VERLAG

Wir suchen zum baldigsten Eintritt einen

Maschinenbaudirektor

Für die Besetzung des in Frage stehenden Postens können nur Herren in Frage kommen, welche ähnliche Stellen bei ersten Firmen längere Jahre bekleidet haben, welche also Gelegenheit hatten, sich weitgehendste Kenntnisse auf dem Gebiete der Werkstättenleitung und der allgemeinen Fabrikverwaltung zu erwerben.

Verlangt werden außerdem gute Fähigkeiten auf konstruktivem Gebiete, absolut energisches und zielbewußtes Wesen und ruhiger Charakter. Geboten wird eine sehr befriedigende und angenehme Stellung.

Gefl. Angebote erbeten an die (12654)

Generaldirektion der Danziger Werft.

Für unsere **Verkaufs-Abteilung** suchen wir zum baldigsten Eintritt einen

Abteilungs-Vorsteher

Diesem Herrn soll der Verkauf unserer Erzeugnisse des allgemeinen Maschinenbaues übertragen werden.

Es wird verlangt, daß der Inhaber dieses Postens sich durch langjährige Tätigkeit auf dem Gebiete des Verkaufs von Maschinen sowie auf dem Gebiete der Propaganda die erforderlichen Kenntnisse angeeignet hat, welche zur erfolgreichen Bekleidung der Stelle notwendig sind. (12655)

Gefl. Angebote erbeten an die **Generaldirektion der Danziger Werft.**

Angesehene, gut eingeführte Maschinenfabrik und Gießerei sucht zur Aufnahme der Fabrikation von Kranen und Aufzügen

Oberingenieur

zur Konstruktion und Bearbeitung der Kundschaft. (12661)

Bewerb. arbeitsfreud. Herren unt. Beifügung des Lebenslaufes, v. Zeugnisabschr. nebst Ang. d. Wohn- u. Gehaltsanspr., sowie des früh. Eintrittstermins erbeten unt. **B. 1474** an den Verlag dieser Zeitschrift.

Konstrukteu

gesucht.

Für mehrmonatliche Tätigkeit bei Thüri Firma wird gewandter Konstrukteur mit Werks erfahrung gesucht, der an Hand eines Versu modells und der Angaben des Erfinders die struktions- und werkstattzeichnerische Durcharbei einer neuen Schieferbearbeitungsmaschine nehmen kann. Nur schriftliche Angebote mit Z nisabschriften u. Referenzen zu richten an Pat anwalt **Dipl.-Ing. H. Wertheimer, Berlin SW. Königgrätzer Straße 106.** (12

Tüchtiger

Konstrukteur

mit mehrjährigen Erfahrungen im Bau von Turbo-Gebläsen und -Kompressoren zum möglichst baldigen Eintritt von Maschinenfabrik gesucht. (12673)

Ausführliche Bewerbungen erbeten unter **R. 1466** an den Verlag dieser Zeitschrift.

Erfahrene Konstrukteur

a) für Eisen- und Blechkonstruktionen,

b) für Hoch- und Niederspannungsschaltappar Schalttafel und Leitungsbau

nach Frankfurt a. M. gesuc

Angebote mit Ausbildungsgang und Zeug abschriften unter **F. T. 11964** an **Ala-Haasenstein Vogler, Frankfurt a. M.** erbeten. (12

Große chemische Fabrik Westdeutschlands sucht baldmöglichst (1. Januar 1925) erfahrenen

Betriebs-Ingenieur

(Dipl.-Ing.) zur Leitung ihrer Maschinen- und Apparate-Baubetriebe, sowie der ausgedehnten Reparatur-Werkstätten. Bewerber muß ferner die Leitung des Konstruktionsbüros übernehmen und neben erstklassiger technischer Allgemeinbildung gute konstruktive Veranlagung, sowie Erfahrung in Bau und Einrichtung von Werkstätten wie auf dem Gebiete der Wärmemechanik und Hydraulik mitbringen.

Es wird nur auf erstklassige, sehr energische Kraft reflektiert, die der vielseitigen hochdotierten Stellung voll gewachsen ist. Werkswohnung vorhanden. (12593)

Vollständige Bewerbungen mit Lebenslauf und Zeugnisabschriften unter **E. 1389** sind zu richten an den Verlag dies. Ztschr.

Stellengesuche und -Angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

Am Sonnabend entschlief sanft nach kurzem Krankenlager unser lieber Vater, Schwiegervater und Großvater

Herr Oberingenieur und Direktor a. D.

Max Nietzschmann

im fast vollendeten 77. Lebensjahre.

Im Namen der Hinterbliebenen:

Margarete Busse,

geb. Nietzschmann.

Schwerin, den 8. Dezember 1924. Schelfstraße 2 (12786)

Die Beerdigung fand am Mittwoch, dem 10. d. Mts., in Warchau bei Großwusterwitz, Prov. Sachsen, statt.

VERTRETUNGEN

VERSCHIEDENES

[...]ser Nummer liegen Prospekte folgender Firmen bei: Bühring A.-G., Landsberg, Bez. Halle — Chem. Fabrik Griesheim Elektron, Griesheim — „Demag", Deutsche Maschinenfabrik A.-G Duisburg — K. & Th. Möller, Brackwede — H. A. Waldrich G. m. b. H., Siegen

VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstr. 7. — Verantwortl. für den Anzeigenteil: Peter Valerius, Berlin NW 52.
Druckpapier von Freytag & Petersen, Berlin SO 26. Druck von H. S. Hermann & Co., Berlin SW 19.